ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 OCTOBRE 1952.

PRÉSIDENCE DE M. AUGUSTE CHEVALIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Baptista Vinelli**, Membre de l'Académie brésilienne des sciences, Professeur d'anatomie à l'École de médecine et chirurgie de Rio de Janeiro, qui assiste à la séance.

M. le **Président** informe l'Académie de la récente élection de M. **Pierre Lejay** à la présidence de l'Union Radioscientifique Internationale.

M. **Pierre Lejay** rend compte à l'Académie des principaux résultats obtenus à la Xe Assemblée générale de l'Union Radioscientifique internationale, qui s'est tenue à Sydney du 11 au 23 août 1952.

D'importantes dispositions administratives ont été prises en vue de faciliter l'activité internationale de l'U. R. S. I. et d'assurer la participation effective des Comités nationaux.

Dans ce but, il a été décidé que chaque Comité National désignerait lui-même un délégué national, non seulement au Comité exécutif de l'Union, mais aussi à chacune des sept Commissions; celles-ci, par contre, fixeront elles-mêmes le nombre des « membres ordinaires » qu'elles désireraient voir participer à leurs travaux et qui seront élus en ne tenant compte que de leur compétence.

Aux réunions des Commissions, les questions mises en discussion sont exposées par un spécialiste qui, en général, sera ensuite chargé de rédiger, avec l'aide de quelques collègues, un rapport officiel de l'U. R. S. I. sur la question discutée. Les études ne seront plus présentées à une Commission sur la propre initiative d'un membre, mais devront avoir été soumises,

avant l'Assemblée, au Président de la Commission par le canal des Comités nationaux qui jugeront si l'étude présente un intérêt international.

Des Sous-Commissions ou des groupes de travail restreints seront chargés par les Commissions de suivre des problèmes déterminés, d'établir les liaisons nécessaires entre les diverses personnalités ou laboratoires intéressés. Ces groupes rendent compte de leur activité à l'Assemblée générale. C'est ainsi que la Commission de l'Ionosphère a constitué six Sous-Comités pour étudier, entre autres, l'interaction ou l'absorption des ondes radioélectriques dans l'ionosphère et les diverses méthodes de prévision de l'activité solaire, pour organiser la diffusion internationale des renseignements géophysiques nécessaires aux prévisions de perturbations ionosphériques, etc.

Trois rapports très importants ont déjà été établis sur la radiation radioélectrique du Soleil, sur les marées de l'ionosphère et sur les plasmas. Des Comités mixtes intéressant plusieurs Commissions ont été créés : l'un pour la préparation de l'année géophysique internationale de 1957, un autre pour l'étude de la durée de propagation des signaux horaires en vue des mesures internationales des longitudes en 1958, un troisième pour l'étude des observations radioélectriques de l'éclipse de février 1952.

Il serait impossible de citer tous les chapitres sur lesquels des groupes de travail permanents ont été formés. Mentionnons, cependant, les Comités qui doivent assurer la coordination des travaux de Radio-Astronomie, notamment des observations continues de la radiation radioélectrique solaire, et surveiller l'établissement de la « carte du ciel » radioélectrique; le Comité chargé de suivre les études sur la propagation à grande distance des ondes métriques et des ondes centimétriques, phénomène récemment découvert qui ouvrira peut-être un très large avenir à la télévision et à la radiodiffusion par modulation de fréquence; enfin, le Comité coordonnant les travaux sur les interférences entre ondes directes ou réfléchies par les surfaces de discontinuité en altitude qui provoquent des perturbations de réception, principalement dans les liaisons entre avions.

Ce simple aperçu suffit à montrer les progrès accomplis par l'U. R. S. I. pour l'organisation de la recherche scientifique dans le domaine de la radioélectricité sur le plan international.

Le fait que le nouveau Président de l'U. R. S. I. soit français et l'élection de M. Laffineur à la présidence de la Commission des radiations extra-terrestres témoignent du renom que la France garde encore auprès de nos collègues étrangers, malgré une certaine déficience technique regrettable due au manque de moyens de nos laboratoires.

M. **Roger Heim** s'exprime en ces termes :

« La troisième Assemblée de l'Union Internationale pour la Protection de la Nature s'est tenue à Caracas (Venezuela) du 3 au 9 septembre 1952, et j'eus l'honneur d'y conduire une délégation française, que vous aviez bien voulu désigner, et qui réunissait MM. Henri Humbert, Fr. de Maublanc, Jacques Berlioz, G. H. Lestel et A. Villiers. Cette importante manifestation laissera à son actif des vœux bien étudiés et des résolutions précises relatifs à l'action des feux de brousse sur les équilibres naturels, à la sauvegarde des grands troupeaux d'animaux sauvages dans les régions semi-désertiques, à la survivance des espèces endémiques des Antilles et de la Mer Caraïbe. Un débat a permis certains échanges de vue à propos de la répercussion des ouvrages d'art et spécialement des constructions hydroélectriques sur les équilibres faunistiques et floristiques. L'Assemblée a recommandé que dans chaque pays se constituent et se réunissent des comités d'experts groupant ingénieurs, hydrauliciens, écologistes, phytogéographes, etc., afin que les répercussions de telles constructions sur les équilibres de la Nature soient prévues, suivies, expliquées, mesurées, dans un esprit scientifique et constructif, et que les groupements industriels intéressés à de tels travaux participent directement à l'octroi de bourses qui permettraient à des chercheurs d'examiner à ce propos les répercussions précises de tels ouvrages.

« L'Assemblée a voté une première rédaction d'un « manifeste international des droits de la Nature », qui sera soumise aux juristes experts de l'UNESCO, et dont l'adoption solennelle par tous les États marquerait une date dans l'histoire des efforts déployés en vue d'une meilleure utilisation et d'une plus sûre sauvegarde des ressources naturelles, notamment d'une préservation de la flore et de la faune sauvages, ainsi que des sols dont l'épuisement rapide, dans les régions intertropicales, compromet gravement l'avenir même de la population du globe. L'augmentation inquiétante de celle-ci, qui atteindra 4 milliards d'individus dans un siècle, contre 545 millions en 1650 et 2 milliards et demi aujourd'hui, a vivement préoccupé le Congrès qui a émis le vœu que les grandes institutions internationales s'intéressent de plus en plus à ce facteur essentiel de déséquilibre, et il a décidé de mettre spécialement à l'ordre du jour de sa IV[e] Assemblée, qui se tiendra à Copenhague en 1954, la discussion de fond relative à cette question, en dehors bien entendu de toute préoccupation d'ordre philosophique, moral ou religieux, mais dans le seul but de préserver le monde futur des catastrophes résultant de l'amenuisement croissant des possibilités ouvertes par les ressources naturelles dites renouvelables de notre planète.

« La nature même de ces problèmes met bien en évidence l'urgence et la gravité des objectifs de telles réunions. De nouveaux pays, d'ailleurs, ont adhéré par la voie de leur gouvernement à l'Union Internationale pour la Protection de la Nature, dont la création, à Fontainebleau, en 1948, avait suivi l'initiative du Gouvernement français de susciter cette Assemblée constitutive. Malheureusement, celui-ci n'a pas encore donné officiellement son adhésion à cette Union, alors que la Belgique, le Luxembourg, la Hollande, la Suisse, le Venezuela, ont apporté la leur. Vos délégués au Congrès de Caracas souhaitent que le Gouvernement français dissipe prochainement l'impression injustifiée, qu'il pourrait laisser, de se désintéresser ainsi de problèmes d'une telle ampleur.

« Mon récent voyage en Amérique du Sud, au Salvador, au Mexique, m'a livré de nouveaux et effroyables exemples de l'érosion consécutive aux méthodes déplorables de culture, notamment sur pentes, à la pratique des abatis et des brûlis, à la surpopulation, et l'on peut affirmer aujourd'hui que l'effondrement de l'antique civilisation maya a suivi dans le Yucatan l'appauvrissement du sol dû en grande partie à la monoculture du maïs.

« Souhaitons que, bientôt, une Commission nationale réunissant ingénieurs, naturalistes, écologistes, se penche sur les grands problèmes nés de l'érosion, de la multiplication des barrages et des ouvrages hydroélectriques, dans le but de découvrir en commun, par l'action judicieuse de l'Homme, des solutions nouvelles aux méfaits de plus en plus préoccupants de l'érosion, due aussi à l'action, mais à l'action néfaste et destructrice, des hommes et aux mauvaises méthodes d'exploitation de la Nature et de ses sols. »

AÉRODYNAMIQUE. — *A propos du gong sonique.*

Note de M. **Maurice Roy**.

1. De récentes démonstrations de vol en piqué à une vitesse dépassant celle du son ont permis à un vaste public d'entendre des claquements sonores, souvent doubles et parfois triples, perceptibles à assez grande distance et se succédant à d'assez brefs intervalles.

L'audition de ces claquements, que je propose d'appeler « coups de gong sonique », ne semble pas attribuable à la perception auditive des quasi-ondes de choc diverses qui, lorsque la vitesse d'un avion dépasse suffisamment celle du son, se développent auprès et autour des formes antérieures et postérieures du fuselage, des ailes et de l'empennage de l'avion, et qui coiffent ces obstacles ou en émanent. Car, d'une part, l'intensité de ces quasi-ondes de choc s'atténue rapidement en s'éloignant latéralement de l'avion et, d'autre part,

leur écartement mutuel (de l'ordre 3 à 10 m au plus) ferait enregistrer leur passage, en un point donné et près de l'axe de la trajectoire, avec un décalage de quelques centièmes de seconde, notablement inférieur à celui constaté.

2. L'explication du gong sonique paraît plutôt devoir être recherchée dans l'accumulation, pour un observateur convenablement placé, des ébranlements acoustiques émis par l'avion pendant le franchissement de la vitesse du son.

Soient un avion, assimilé à une source sonore ponctuelle, en vol rectiligne dans une atmosphère homogène, franchissant (point sonique S) la vitesse du son a avec une accélération γ, et un observateur P, placé en avant, à une distance r de S, la direction SP faisant l'angle α avec la trajectoire orientée. Considérons un intervalle de temps θ encadrant le passage de l'avion en S, et l'intervalle de temps Δ pendant lequel les ébranlements émis par l'avion au cours de l'intervalle θ atteignent le point P.

En supposant l'angle α et les rapports $a\theta/r$ et $\gamma\theta/a$ assez petits, on peut établir qu'en première approximation

$$\Delta \simeq \frac{\gamma}{8a}\theta^2, \qquad (1)$$

où α n'intervient pas directement. Toutefois, cet angle fait varier le chevauchement de θ sur l'instant du passage de l'avion en S.

Supposons $a = 340$ m/s; $\gamma = 1$ m/s² (soit $\simeq 0,1$ g) et $\theta = 1$ s. Alors, (1) montre que les ébranlements émis par l'avion pendant 1 s, soit 340 m de parcours, se rassemblent, en un point quelconque de l'espace situé assez loin en avant et dans un cône pas trop ouvert autour de la trajectoire, sur un intervalle de temps 2 720 fois plus bref (368 μs).

Pour l'observateur, la nature et l'intensité du « bruit » perçu, notamment en raison de l'accumulation importante de très petites quantités d'énergie, doivent différer considérablement de celles des bruits antérieurs et ultérieurs.

En un point situé sur la trajectoire, le phénomène est le même à toute distance en avant de l'avion, mais l'intervalle θ chevauche alors symétriquement l'instant du passage de l'avion en S.

Le bris de vitres, constaté dans des bâtiments proches des démonstrations en question, confirme la parenté de l'accumulation en cause d'ébranlements acoustiques avec l'effet à distance de certaines explosions, au bruit desquelles s'apparente également celui du « gong sonique ».

3. Après qu'un avion a franchi, en piqué accéléré et à peu près rectiligne, la vitesse du son, il la franchit ensuite de nouveau en ralentissant pour effectuer la ressource qui lui fait éviter le sol. Le phénomène précédent se reproduit alors (Δ change de signe avec γ, ce qui n'inverse que le sens d'accumulation des ébranlements), et provoque un redoublement du coup de gong sonique.

En outre, le sol, surtout celui d'un aéroport ou d'une piste, peut réfléchir le choc des ébranlements accumulés qui viennent le frapper, et donner un écho des coups de gong, notamment de celui provoqué au plus près du sol.

4. La vitesse du son augmente à mesure qu'un avion en piqué se rapproche du sol, et il est facile de calculer l'accélération γ que l'avion devrait avoir pour conserver à toute altitude une vitesse égale à la célérité du son. Si i désigne l'inclinaison de sa trajectoire sur la verticale, on trouve, en unités M. K. S. et dans la troposphère-standard où la température s'accroît de 6,5°C en descendant verticalement de 1000 m, que

$$\gamma = \frac{k-1}{2} c_p \frac{6,5}{1000} \cos i; \qquad \text{avec} \quad k = \frac{c_p}{c_v} \cong 1,4 \qquad \text{et} \qquad c_p \cong 1000.$$

Pour $i = 30°$, on a $\gamma = 1,13$ m/s² $\cong 0,115$ g. Une légère oscillation de l'accélération autour de cette valeur remarquable, en piqué d'inclinaison constante, suffirait alors à provoquer des franchissements alternés et répétés de la vitesse locale du son.

5. Les remarques précédentes incitent à réfléchir à de nombreux aspects aérodynamiques et mécaniques du comportement d'un avion lors du franchissement de la vitesse du son, avec les accélérations modestes qui, aujourd'hui, accompagnent généralement cette performance encore rare, et qui introduisent une différence si marquée avec le cas des projectiles supersoniques.

Volant à la célérité locale (moyenne) du son, un avion voyage avec les ébranlements qui se propagent vers l'amont et qu'il inflige à l'air environnant, et cette circonstance, selon que la vitesse de vol croît ou fléchit légèrement, modifie *par influence cumulative* les « conditions aux limites » de l'écoulement, considérées à quelque distance finie de l'avion. Il faut craindre que puissent ainsi se développer des formes d'écoulement — notamment, transitoires et instables — très différentes de celles envisagées jusqu'ici par les théories que la nécessaire simplification de problèmes très difficiles conduit à préférer l'étude de régimes établis, souvent sans égard à la diversité possible de leurs modes d'établissement.

L'expérimentation systématique reste elle-même encore défaillante, car l'étude d'un écoulement sonique permanent, et *a fortiori* transitoire, n'est pas encore réalisable à volonté dans les souffleries, tandis que les essais correspondants à l'air libre ou en vol restent malaisés, onéreux et risqués.

6. Les problèmes envisagés sont d'actualité primordiale pour la recherche aéronautique. Des effets inattendus et à peine soupçonnés s'y révéleront sans doute, notamment par suite de la non-réversibilité foncière de la distribution des ondes de choc autour d'un mobile transsonique, selon que sa vitesse va en croissant ou en diminuant.

De tels effets paraissent susceptibles, en particulier, d'infliger aux structures des efforts imprévus et à évolution soudaine, et de perturber brusquement l'alimentation en air et la poussée des réacteurs. Dans l'état actuel des connaissances, il paraît recommandable d'expérimenter, d'abord, le franchissement de la vitesse du son à haute altitude, et probablement avec une accélération momentanée aussi forte que possible (en valeur absolue), ce qui renforce l'intérêt moderne des systèmes propulsifs pouvant procurer en de telles conditions un large excédent de poussée.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Hydruration photochimique de la phénazine.*

Note (*) de MM. **Charles Dufraisse, André Étienne** et **Edmond Toromanoff.**

On décrit l'hydrogénation, à la lumière, de la phénazine en solutions alcooliques.

Nous nous sommes demandé si la phénazine, I, en raison de sa structure acénique, ne serait pas photooxydable, malgré la faible affinité de ses azotes pour l'oxygène. L'obtention du photooxyde, IV, n'apparaissait pas comme impossible, vu l'existence du *bis*-aminooxyde, III, manifestement apparenté à IV, mises à part, naturellement, certaines particularités ostensibles d'ordre chimique et stéréochimique.

Mais, quand on a irradié la phénazine en différents solvants, des phénomènes tout autres ont pris le pas sur la photooxydation et, par là, nous ont imposé leur étude propre.

Sous l'influence de la lumière, en effet, la phénazine se comporte comme un énergique accepteur d'hydrogène, qu'elle prend au milieu en formant le mésodihydrure, II, avec production intermédiaire des associations moléculaires colorées, précédemment décrites [1], l'une bleue, F_{inst} 255-256°, résultant de l'union équimoléculaire avec la phénazine initiale, l'autre, violette, F_{inst} 216-217°, contenant une molécule d'hydrure pour trois de phénazine.

Ainsi, dans l'alcool isopropylique où les phénomènes sont particulièrement simples, l'hydruration photochimique de la phénazine, sous vide, passe par les trois phases suivantes :

1° Apparition rapide (quelques minutes d'insolation) de cristaux très foncés, noirs à l'examen macroscopique, violets au microscope. Aussi longtemps qu'il reste, en suspension dans la liqueur, des cristaux de phé-

(*) Séance du 29 septembre 1952.

(1) Ch. Dufraisse, A. Étienne et E. Toromanoff, *Comptes rendus*, 232, 1951, p. 2379.

nazine non transformée, le dépôt des cristaux violets augmente, sans apparition de cristaux d'une autre couleur.

2° A partir de là, commencent à apparaître des cristaux bleus, dont la quantité augmente au détriment des violets. La transformation des violets finit par être totale.

3° Les cristaux bleus disparaissent à leur tour pour faire place à des cristaux incolores de dihydrophénazine, caractérisée par son point de fusion et celui de son dérivé N-diacétylé, en comparaison avec des échantillons authentiques.

Il peut arriver, principalement avec des irradiations intenses, que la succession des trois phases ne soit pas aussi nettement tranchée, les cristaux bleus, par exemple, n'ayant pas le temps de se former.

Pendant ces transformations, la liqueur ne prend jamais de teinte foncée : ayant au départ la coloration jaune clair de la phénazine, elle se décolore progressivement à la fin, ou bien devient légèrement gris verdâtre.

Les phénomènes, tels qu'ils viennent d'être décrits avec l'alcool isopropylique, s'observent de manière semblable dans les alcools méthylique ou éthylique. Avec ce dernier solvant, la formation des cristaux violets et celle du dihydrure se font un peu plus rapidement, dans les mêmes conditions de concentration et d'exposition, qu'avec les alcools méthylique ou isopropylique : ainsi, il suffit de 2 minutes d'exposition à la lumière solaire d'une solution éthylique saturée de phénazine pour faire apparaître les cristaux violets, au lieu de 4 à 5 minutes pour les solutions méthylique ou isopropylique de même concentration. Toutefois, les colorations assez foncées, rose à rougeâtre, prises au cours de l'irradiation, par les solutions de phénazine dans l'alcool éthylique et, plus encore, dans l'alcool méthylique, justifient la préférence donnée plus haut à l'alcool isopropylique comme exemple typique.

Dans les alcools tertiaires (triméthylcarbinol, diméthyléthylcarbinol), l'apparition des cristaux violets, comme aussi l'hydrogénation photochimique tout entière jusqu'au terme final, sont incomparablement plus lentes que dans les alcools primaires ou secondaire précités. De plus, les solutions irradiées sont encore plus fortement colorées que dans les cas précédents.

L'hydruration de la phénazine se fait aux dépens de l'alcool : ainsi, nous avons caractérisé l'acétaldéhyde, dans la solution éthylique irradiée, par sa dinitro-2.4 phénylhydrazone (F_{inst} 168-169°); de même l'acétone, provenant de la déshydrogénation de l'alcool isopropylique, a été caractérisée par sa *p*-nitrophénylhydrazone (F_{inst} 147-148°). La nature des

transformations subies par le méthanol et les alcools tertiaires n'a pas encore été élucidée.

La réaction n'est pas sans rappeler d'autres hydrurations à la lumière, tout spécialement celle des cétones dites photoactives, quinones ou diarylcétones, phénomènes ayant fait l'objet de nombreux travaux depuis l'étude initiale de Ciamician et Silber [2]. Cependant, alors que pour les quinones il y a rétablissement d'une structure aromatique par hydrogénation, ce qui vaut à la réaction un appoint d'énergie venant d'un accroissement de résonance, au contraire, pour les phénazines, l'hydrogénation détruit une structure aromatique, ce qui lui oppose la variation d'énergie de résonance. Cette différence, quant au produit final de la réaction, pourrait fort bien expliquer pourquoi les quinones s'hydrogènent encore plus vite à la lumière que la phénazine.

I II III IV

On a, il est vrai, le cas des diarylcétones, qui se transforment rapidement en pinacols, donc avec suppression d'une structure résonante, celle qu'établit le carbonyle avec les noyaux adjacents, mais l'énergie de résonance, qui entre alors en jeu, est faible à côté de celle de la structure aromatique elle-même et n'a plus qu'une importance minime devant l'énergie lumineuse.

Une deuxième différence, saillante, entre la photohydruration que nous présentons et les précédentes, tient à l'extrême oxydabilité de la dihydrophénazine, qui oblige à manier ce corps à l'abri de l'air. En ne prenant pas cette précaution, on observe uniquement l'oxydation déshydrogénante du solvant, puisque la phénazine se régénère au fur et à mesure et se donne ainsi l'apparence de n'y intervenir que par voie catalytique.

En effet, en présence d'air, on ne voit, à aucun moment, de cristaux incolores de dihydrophénazine, ou même de cristaux bleus. Les cristaux violets, les plus prompts à se former comme on l'a vu, apparaissent parfois, mais seulement si la vitesse de leur formation est supérieure à celle de l'oxydation de la dihydrophénazine. C'est ce qui a lieu par irradiation intense de solutions alcooliques sursaturées de phénazine : une partie de

---

(2) *Ber*, 33, 1900, p. 2911.

la dihydrophénazine peut alors échapper à l'oxygène par précipitation sous forme de corps violet, insoluble.

Il n'est pas dénué d'intérêt de signaler une conséquence pratique des faits qui viennent d'être exposés : l'hydruration photochimique de la phénazine, dans l'alcool isopropylique sous vide, est avantageusement utilisable pour la préparation, en petites quantités, de la dihydrophénazine pure.

GÉOLOGIE. — *Curieuses cristallisations de calcite, attribuées à tort à des Algues* (Microcodium), *dans la partie terminale du Crétacé supérieur alpin et pyrénéen.* Note de M. **Léon Moret.**

En 1920, j'avais découvert à la base du Nummulitique du plateau d'Arâche (massif de Platé) et de la vallée du Giffre en Haute-Savoie [1], des couches singulières, épaisses de plusieurs mètres, presque exclusivement constituées de minuscules débris calciteux prismatiques isolés ou associés en cristallisations radiées, et dans lesquelles j'avais cru reconnaître des restes de test d'Inocérames.

Cette opinion se trouvait renforcée par le fait que les calcaires sublithographiques à Rosalines du Sénonien subordonné renfermaient eux-mêmes des niveaux riches en vestiges indiscutables de coquilles de ces Lamellibranches, dont les petits prismes des couches superposées possédaient l'aspect, les dimensions et les propriétés cristallographiques.

Mme Rech-Frollo attirait l'attention et figurait en 1948 [2] des objets calciteux analogues dans les couches dites « calcaires spathiques » du Danien de la zone orientale du sillon Nord-pyrénéen, et dans lesquels je n'eus pas de peine à reconnaître mes microprismes d'Arâche.

Mais, constatant l'association fréquente de ces petits prismes pour donner des concrétions vaguement étoilées en section transversale, l'auteur proposait de les attribuer à un genre d'Algue Codiacée, *Microcodium,* créé par Glück pour des formes du Miocène de l'Allemagne et de l'Afrique du Nord. C'est sous cette appellation, erronée à mon sens, qu'allaient être désormais signalés ces objets.

Les plages cristallines des calcaires dits spathiques du Danien pyrénéen devenaient ainsi les facettes de clivage des prismes formant la trame recristallisée dudit *Microcodium* dont le rôle, ici comme à Platé, se révélait des plus importants dans la genèse de ces roches.

---

[1] *Comptes rendus*, 171, 1920, p. 1276.

[2] *Bull. Soc. Géol. France*, 1948, p. 115, pl. V, *fig.* 3.

Des formations analogues ont, par la suite, été retrouvées dans le Crétacé supérieur du Haut-Var ainsi que dans celui de la couverture autochtone du dôme de Barrot par M. P. Fallot et Mlle A. Faure-Muret (3), ainsi que par Mme Gubler-Wahl et G. Verrier. Puis Mme Gubler-Wahl et mon élève M. l'abbé J. Rosset me les signalaient à la base du complexe nummulitique des Aravis, non loin du village de Romme. Enfin, plus récemment, Mme Gubler-Wahl me signalait également leur présence dans la région du Bachelard, près Barcelonnette, au toit du Crétacé terminal, où elles forment des encroûtements bien stratifiés, intercalés dans les calcaires fins sous le conglomérat de base du Lutétien supérieur.

Ces couches à « *Microcodium* » ont pu être suivies dans cette région sur plusieurs kilomètres. Comme elles occupent ici une position stratigraphique bien nette au sommet du Crétacé et sous le Nummulitique transgressif, on peut sans trop de risques, les paralléliser avec les dépôts analogues des Pyrénées. Ailleurs, à Arâche, dans le Haut-Giffre, aux Aravis et sans doute dans le Nord des Alpes-Maritimes, les roches à « *Microcodium* » semblent être plutôt le résultat d'un remaniement; en tout cas, à Arâche, elles renferment des Nummulites et dans les Alpes-Maritimes elles se rencontrent dans le conglomérat qui sépare le Crétacé supérieur à Rosalines des calcaires lutétiens à grandes Nummulites.

La vraie nature de ces productions reste encore une énigme et il faut reconnaître qu'il y a là un problème assez troublant car elles peuvent être très facilement confondues avec les tests d'Inocérames et parfois même avec les mailles alvéolaires des grosses coquilles d'Huîtres (dont nous connaissons, notamment aux Aravis, des lits lumachelliques à la base du Nummulitique), ou exceptionnellement avec des sections de tiges de *Microcodium*.

Mais l'assimilation à l'un ou l'autre de ces organismes ne peut plus être soutenue depuis que l'on a pu découvrir ces formations à l'état de véritables croûtes très étendues et en place au sommet du Crétacé, et il faudrait, si l'on persiste à croire à la nature organique de ces corps, en arriver plutôt à l'opinion qu'il s'agit d'animaux encroûtants d'un type absolument inconnu dans la nature actuelle, sorte de gelée vivante tapissant la totalité du fond marin et susceptible de fixer le carbonate de calcium du milieu pour le précipiter sous forme de prismes analogues à ceux de la coquille de certains Lamellibranches.

Pour ma part, après avoir examiné de nombreux échantillons provenant de toutes les localités dont il a été question, je n'hésite plus à abandonner la thèse de l'origine organique pour me ranger à celle de l'origine purement minérale.

Cette dernière, outre qu'elle présente l'avantage d'éviter aux paléontologistes l'aventure de l'*Eozoon canadense* ou celle d'un nouveau *Bathybius*, s'accorde mieux avec les conditions de gisement, en revêtements étendus, de

---

(3) *Bull. Carte géol. Fr.*, n° 226, 47, 1949; *C. R. des Collab. pour la campagne de* 1948, p. 125.

ces formations, ainsi qu'aux observations que j'ai pu faire de Foraminifères encroûtés et pénétrés par les petits cristaux qui les constituent.

Je serai même tenté de comparer ces singuliers dépôts aux abondantes précipitations de fines particules de CO_3Ca qui ont été observées en août 1943 ([4]) sur toute la surface de la Mer Morte, phénomène renouvelé du passé puisque des récoltes de sédiments de fond ont permis d'y mettre en évidence des intercalations cristallines blanchâtres de même nature.

L. Royer a donné de ce phénomène l'explication suivante ([5]) : Les eaux de surface des océans peuvent parfois renfermer des quantités de CO_3Ca bien supérieures à celles qui correspondent à la saturation; qu'un germe cristallin soit amené dans ces eaux par des causes d'origine diverses (vents, sources, cours d'eau, etc.), la cristallisation se produit alors en masse et les petits cristaux isolés ou agglomérés viennent finalement se stratifier sur le fond. La solubilité du carbonate de calcium diminue quand la température de l'eau marine augmente, et c'est pourquoi le phénomène, qui a été également signalé dans les lagunes coralliennes, se produira de préférence pendant les périodes chaudes.

Dès lors, il est permis de supposer que les mers expirantes de la fin du Crétacé ont pu être affectées sur de grandes étendues par des phénomènes de cet ordre et au moment où, précisément, devaient se produire des variations paléogéographiques et climatiques annonciatrices des temps tertiaires, certainement favorables à de telles précipitations ([6]).

CHIMIOTÉRATOGENÈSE. — *Essai de classification des substances chimiques électivement tératogènes.* Note de M. **Paul Ancel.**

Cet essai de classification est basé sur les variétés de malformations typiques obtenues suivant les substances et sur les variétés de lésions cellulaires qu'elles produisent. La concordance des résultats obtenus par ces deux voies de recherche est mise en évidence.

Certaines substances chimiques sont capables de produire des malformations. Nous avons montré en collaboration avec Mme Lallemand depuis 1939 qu'à un stade déterminé du développement chez l'embryon de Poule, la variété de malformation obtenue dépend de la nature de la substance

---

([4]) Bloch, Littman et Elasari-Volcani, *Nature*, 154, 1944, p. 402.

([5]) *Comptes rendus*, 221, 1945, p. 239.

([6]) La méthode de Rankama fondée sur les isotopes du carbone (on dose le carbone 13 dont le rapport avec le carbone 12 dans un composé carboné, varie suivant que celui-ci est d'origine organique ou minérale) permettrait peut-être de trancher la question, mais à condition de partir d'échantillons purs, soigneusement isolés.

injectée. Ce fait peut être très facilement mis en évidence en comparant entre elles les actions tératogènes de substances que nous avons particulièrement étudiées : la colchicine, la trypaflavine, l'ésérine, la paraminobenzène sulfamide (1162 F) et des arsenicaux organiques [1].

Ces substances nous paraissent pouvoir être rangées en deux groupes. L'ésérine et le 1162 F sont des représentants du premier groupe. Ces substances produisent les mêmes malformations que certaines carences en nourriture de la poule pondeuse et réalisent l'achondroplasie essentiellement caractérisée par de la brachymélie avec coudure du tibio tarse accompagnée de bec de rapace ou de perroquet. La colchicine, la trypaflavine et les arsenicaux organiques se rangent dans le second groupe. Ces corps arrêtent le développement d'une ébauche, temporairement ou définitivement. Il en résulte des atrophies ou des absences d'ébauches donnant des malformations très différentes de celles produites électivement par l'ésérine et le 1162 F (ectromélie, hémimélie, ectrodactylie, symélie, celosomie, strophosomie, absence de l'amnios ou de l'allantoïde, etc.). Le second groupe peut être subdivisé en trois parties suivant les malformations typiques déterminées par les substances qu'il renferme. A dose juxtalétale, ces substances produisent chacune plusieurs malformations, mais, en diminuant graduellement les doses, on n'en obtient plus qu'une seule et cette malformation typique diffère pour chacune des trois substances de notre second groupe; c'est la strophosomie pour la colchicine, l'absence d'amnios pour la trypaflavine et l'anourie pour les arsenicaux organiques (méthylarsinate et cacodylate de sodium).

La strophosomie, malformation typique de la colchicine, ne peut être obtenue par la trypaflavine quelle que soit la dose utilisée, nous ne l'avons pas non plus obtenue avec les arsenicaux (arsenites, arseniates, méthylarsinate), sauf avec le cacodylate qui l'a produite dans de faibles proportions. De même, les embryons sans amnios réalisés à l'aide de trypaflavine n'ont pu être obtenus ni par la colchicine ni par les arsenicaux.

Ce mode de classement des substances chimiques tératogènes basé sur la variété de leur pouvoir électif nous paraît devoir être rapproché d'un autre basé sur la variété de lésion produite dans les cellules.

P. Dustin a groupé sous l'appellation de caryoclasiques des substances chimiques dont l'action lésante porte sur le noyau. On les nomme actuellement « poisons mitotiques ». P. Dustin Jr. [2] les a divisés en deux groupes suivant qu'elles agissent sur l'une ou sur l'autre des deux phases d'hyper-

---

[1] P. Ancel, *La chimiotératogenèse chez les Vertébrés*, Paris, 1950.

[2] *Nature*, 159, 1947, p. 794.

sensibilité de la mitose. Les corps du premier groupe localisent leur action sur le fuseau, elles arrêtent la mitose en métaphase, ce sont les poisons dits métaphasiques ou fusoriaux; ceux de la seconde variété empêchent la mitose de se produire, leur action se concentre sur la chromatine, ils amènent la mort de la cellule par picnose. Ce sont les poisons préprophasiques ou antéphasiques ou chromosomiques ou radiomimétiques.

La colchicine est un poison fusorial typique et la trypaflavine un poison chromosomique; quant aux arsenicaux, ce sont des poisons mixtes qui appartiennent aux deux groupes précédents. D'une part, ils détruisent certaines cellules par picnose et, d'autre part, ils arrêtent de nombreuses cellules en métaphase. « Ce dernier effet identique à celui de la colchicine est surtout apparent avec le cacodylate ». Ces trois variétés de corps sont les exemples choisis par l'auteur pour établir les trois catégories de sa classification.

Notre second groupe de substances électivement tératogènes apparaît donc constitué par des poisons mitotiques et nos trois subdivisions, basées sur la variété de la malformation typique obtenue, sont en concordance avec celles de Dustin. Des recherches ultérieures pourront seules montrer dans quelle mesure ces résultats obtenus par la tératogénèse, d'une part et par la cytologie de l'autre pourront être systématisés, mais une remarque s'impose actuellement au sujet de la ricine. Cette substance très différente chimiquement de la colchicine donne cependant la même malformation typique et fait apparaître des strophosomes en aussi forte proportion que la colchicine, or la ricine arrête en métaphase de nombreuses cellules de l'ébauche dont la lésion est responsable de la strophosomie [3].

La comparaison des effets tératogènes électifs des substances chimiques avec leurs effets cytologiques montre en somme que ce ne sont pas les mêmes cellules qui sont électivement sensibles à un poison fusorial, à un poison chromosomique et à un poison mitotique mixte. Cette comparaison, en faisant apparaître une relation possible entre la variété de pouvoir tératogène électif de diverses substances chimiques et la variété de lésion cellulaire produite, augmente la valeur des deux classifications basées l'une sur la tératogénèse et l'autre sur la cytologie. Elle paraît en outre, par le groupement des faits qu'elle réalise, susceptible de constituer une voie d'étude de la différenciation cellulaire, orientée vers la connaissance du déterminisme de l'électivité dans la sensibilité d'ébauches organiques à des substances chimiques.

---

[3] Youssef, *Thèse doctorat*, Faculté de Pharmacie, Strasbourg, 1940-1941.

M. **Roger Heim** dépose sur le Bureau un Volume de MM. Pierre Bourrelly et Émile Manguin intitulé : *Algues d'eau douce de la Guadeloupe et dépendances recueillies par la Mission P. Allorge en 1936*, dont il a écrit la *Préface*.

L'Ouvrage suivant est présenté par M. **Roger Heim** : *Encyclopédie mycologique*. XXI. *La description des Champignons supérieurs*, par Marcel Josserand.

DÉSIGNATIONS.

MM. **Louis de Broglie**, **Georges Darrieus** et **Hippolyte Parodi** sont désignés pour représenter l'Académie à la Cérémonie qui aura lieu à l'**École Supérieure d'Electricité**, le 21 octobre 1952, à l'occasion de la remise de la Croix de guerre 1939-1945 à cette École.

CORRESPONDANCE.

M. **Wallace Atwood**, comme représentant de l' « Academy of sciences » de Washington et du « National Research Council » des États-Unis d'Amérique, écrit que le Service des Relations internationales qu'il dirige est prêt à échanger avec l'Académie des sciences et ses Membres, toute correspondance utile au progrès des sciences.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Institut des Parcs Nationaux du Congo Belge. Exploration du Parc National Albert. *Mission G. F. de Witte* (1933-1935). Fasc. 78.

2° Id. Exploration du Parc National de l'Upemba. *Mission G. F. de Witte en collaboration avec W. Adam, A. Janssens, L. Van Meel et R. Verheyen* (1946-1949). Fasc. 8, 12, 13.

3° Sveriges geologiska Undersökning. Ser. C, NR 500. Tavla 1 : Karta över *Markreaktionen hos skånska Jordar*, par Olof Arrhenius.

ALGÈBRE. — *Sur quelques propriétés des idéaux dans les demi-groupes.* Note de Mlle **Marianne Teissier**, présentée par M. Jacques Hadamard.

1. Soient D un demi-groupe sans zéro, $\mathcal{J}$ l'idéal bilatère réunion des idéaux nimaux de D. On sait [1] que tout idéal mineur de D est idempotent ou a son

[1] M. Teissier, *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 386.

carré dans $\mathcal{J}$. *Soit $\mathcal{G}'$ un idéal à gauche mineur idempotent.* On a $\mathcal{G}'^2=\mathcal{G}'$; il existe donc au moins un $x\in\mathcal{G}'$ tel que $\mathcal{G}'x=\mathcal{G}'$. Les éléments x de $\mathcal{G}'$ qui respectent $\mathcal{G}'$ à droite, c'est-à-dire qui vérifient $\mathcal{G}'x=\mathcal{G}'$, forment un *sous-demi-groupe* $\mathcal{R}$ (si $\mathcal{G}'x=\mathcal{G}'$ et $\mathcal{G}'y=\mathcal{G}'$, $\mathcal{G}'xy=\mathcal{G}'$) qui est contenu dans $\mathcal{C}=\mathcal{G}'\cap(\mathrm{D}-\mathcal{J})$.

Supposons que $\mathcal{G}'$ contienne *un nombre fini p* d'idéaux minimaux (cas particulier : D vérifie la condition minimale). On a

$$\mathcal{G}'=\mathcal{C}+\mathcal{G}_1+\mathcal{G}_2+\ldots+\mathcal{G}_p=\mathcal{C}+\Sigma\mathcal{G}_i.$$

Soit x un élément de $\mathcal{R}$; on a $\mathcal{G}'x=\mathcal{G}'=\mathcal{C}x+\Sigma\mathcal{G}_ix=\mathcal{C}+\Sigma\mathcal{G}_i$. D'après la définition des idéaux mineurs, on a nécessairement $\mathcal{C}x=\mathcal{C}$, d'où $\Sigma\mathcal{G}_ix=\Sigma\mathcal{G}_i$; par conséquent, si $\mathcal{G}_kx=\mathcal{G}_l$, la correspondance $k\to l$ est une *permutation* des indices $1, 2, \ldots, p$.

Soient x, y, deux éléments de $\mathcal{R}$; supposons $\mathcal{G}_kx=\mathcal{G}_l$, $\mathcal{G}_ly=\mathcal{G}_m$, il en résulte $\mathcal{G}_xxy=\mathcal{G}_m$. Si à x et y correspondent les permutations $k\to l$ et $l\to m$, à xy correspond la permutation $k\to m$.

Il y a donc une application homomorphe des éléments de $\mathcal{R}$ dans l'ensemble des permutations des symboles $1, 2, \ldots, p$. Les éléments de $\mathcal{R}$ formant un sous-demi-groupe de $\mathcal{G}'$, l'ensemble des permutations sur lesquelles ils s'appliquent est un sous-demi-groupe du groupe des permutations de $1, 2, \ldots, p$, donc un *sous-groupe*.

Remarque. — Si $z\in\mathcal{C}-\mathcal{R}$, on a $\mathcal{G}'z\subseteq\mathcal{J}$; d'où, y étant un élément quelconque de $\mathcal{G}'$, on a $yz\in\Sigma\mathcal{G}_i$ par exemple $yz\in\mathcal{G}_k(k\in 1, 2, \ldots, p)$. Donc $\mathrm{D}yz=\mathcal{G}'z=\mathcal{G}_k$. En particulier $\mathcal{G}_iz=\mathcal{G}_k$ pour $i=1, 2\ldots p$. *A la multiplication par un élément de $\mathcal{C}-\mathcal{R}$ correspond l'application de tous les symboles* $1, 2\ldots, p$ *sur un seul d'entre eux.*

2. Nous faisons l'hypothèse supplémentaire suivante : l'*idéal bilatère $\mathcal{G}'\mathrm{D}$ contient un seul idéal à droite mineur idempotent $\mathcal{D}'$* ou, ce qui est équivalent : *$\mathcal{C}$ est un groupe.*

En effet, l'homorphisme de Rees, $\mathrm{D}\to\mathrm{D}\simeq\mathrm{D}-\mathcal{J}+\{0\}$ applique $\mathcal{G}'\mathrm{D}$ sur un idéal bilatère minimal de D contenant un idéal minimal à gauche et un idéal minimal à droite (images de $\mathcal{G}'$ et $\mathcal{D}'$) non nilpotents, donc ne contenant pas d'idéaux nilpotents [2]. La structure de cet idéal bilatère est donc connue [3], et, puisqu'il ne contient qu'un idéal minimal à droite, l'image de $\mathcal{G}'$ est un groupe, donc $\mathcal{C}$ est un groupe.

Tous les éléments de $\mathcal{C}$ respectent $\mathcal{G}'$ à droite; en effet, e étant l'élément-unité de $\mathcal{C}$, $x\in\mathcal{C}\to x=ex\in\mathcal{G}'x$, donc $\mathcal{G}'x\nsubseteq\mathcal{J}$. D'après la partie I, $\mathcal{C}$ s'applique homomorphiquement sur un groupe Γ de permutation des symboles $1, 2, \ldots, p$.

---

[2] Rich, *Amer. J. Math.*, 71, 1949, p. 883.
[3] A. H. Clifford, *Amer. J. Math.*, 71, 1949, p. 835.

Appelons X_i^k *l'ensemble (éventuellement vide) des éléments* x *de* $\mathcal{C}$ *tels que* $\mathcal{G}_i x = \mathcal{G}_k$; dans l'homomorphisme envisagé X_i^k s'applique sur l'ensemble Γ_i^k des permutations qui transforment i en k. Les propriétés des groupes de permutations [4] et celles de l'homomorphisme des groupes conduisent aux résultats suivants :

X_i^i s'applique sur l'ensemble Γ_i des permutations qui conservent i; cet ensemble est un sous-groupe de Γ; donc X_i^i *est un sous-groupe de* $\mathcal{C}$.

La relation $X_i^k \neq \emptyset$ entre $\mathcal{G}_i$ et $\mathcal{G}_k$ est équivalente à $\Gamma_i^k \neq \emptyset$, qui est l'*équivalence de transitivité* du groupe Γ; donc $X_i^k \neq \emptyset$ est une *relation d'équivalence, qui répartit les idéaux minimaux de* $\mathcal{G}'$ *en classes disjointes.*

i étant fixe et k variable, les Γ_i^k non vides sont les classes résiduelles de $\Gamma \bmod \Gamma_i^i$; les X_i^k *sont donc les classes résiduelles de* $\mathcal{C} \bmod X_i^k$.

i et k appartenant à une même classe de transitivité, Γ_i^i et Γ_k^k sont des sous-groupes conjugués de Γ; X_i^i et X_k^k *sont donc des sous-groupes conjugués* de $\mathcal{C}$.

Généralisation. — $\mathcal{G}'$ étant toujours un idéal à gauche mineur idempotent de D, supposons cette fois que l'*idéal bilatère* $\mathcal{G}'$D *contienne un nombre fini d'idéaux à droite mineurs idempotents*, et, de plus, que *tous les éléments de* $\mathcal{C}$ *respectent* $\mathcal{G}'$ *à droite.* L'homomorphisme de Rees montre alors que $\mathcal{C}$ est la réunion d'un nombre fini de groupes disjoints tous isomorphes entre eux. Posons $\mathcal{C} = \mathcal{C}_1 + \mathcal{C}_2 + \ldots + C_h$. $e_1, x_1, y_1, \ldots$ étant les éléments de $\mathcal{C}_1$, on sait qu'on peut leur faire correspondre, dans cet isomorphisme, $e_j, x_j, y_j, \ldots$ éléments de $\mathcal{C}_j$, définis par $x_j = e_j x_1 (e_1, e_2, \ldots, e_h$ idempotents); e_j est élément-unité à droite pour $\mathcal{G}'$, donc $\mathcal{G}_i x_j = \mathcal{G}_i e_j x_1 = \mathcal{G}_i x_1$.

Considérons maintenant le demi-groupe $\mathcal{C}_1 + \mathcal{G}_1 + \mathcal{G}_2 + \ldots + \mathcal{G}_p$; nous pouvons lui appliquer toute l'étude précédente, en particulier la partition des éléments de $\mathcal{C}_1$ en classes X_i^k. Cette partition peut être définie de la même façon quand $\mathcal{C}$ comprend plusieurs groupes et l'égalité $\mathcal{G}_i x_j = \mathcal{G}_i x_1$ conduit au résultat suivant :

Les éléments x_1 *et* $x_j = e_j x_1$, *pour toute valeur de* j, *appartiennent à la même classe* X_i^k *de la partition définie au début de la partie* II, *quels que soient les indices* i *et* k.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une transformation généralisée de série en série.* Note de M. **Michaël Maschler**, présentée par M. Paul Montel.

Une des méthodes qui attribuent une « somme » à une série infinie

$$u_0 + u_1 + u_2 + \ldots \tag{I}$$

se sert de la transformation linéaire de série en série. On dit que (I) a pour « somme A » $t = \Sigma_n \Sigma_k a_{n,k} u_k$ $(n, k = 0, 1, 2, \ldots)$, où $\| a_{n,k} \| \equiv$ A est une

---

[4] P. Dubreil, *Algèbre*, chap. III, § 6.

matrice infinie, à condition que la série de séries converge. Le but de cette Note est de donner une généralisation de cette méthode à l'aide d'une sommation « $(s+1)$-uple ».

Définition 1. — Soit $A \equiv \| a_{n_0, n_1, \ldots, n_s} \|$ une matrice infinie à $s+1$ « dimensions » $(s \geqq 1)$. On appelle

$$\text{(II)} \qquad t = \Sigma_{n_0, n_1, \ldots, n_s} a_{n_0, n_1, \ldots, n_s} u_{n_s} \qquad (n_0, n_1, \ldots, n_s = 0, 1, 2, \ldots)$$

la « somme A » de (I), à condition que (II) converge.

Définition 2. — La matrice A s'appelle « *matrice conservative* » si t existe chaque fois que (I) converge.

Définition 3. — A s'appelle une « *matrice régulière* » si t existe et est égale à la somme de (I) chaque fois que (I) converge.

THÉORÈME 1. — *Une condition nécessaire et suffisante pour que* A *soit une matrice conservative est que, pour tout* $n_s = 0, 1, 2 \ldots$, *il existe des nombres complexes finis* α_{n_s}; *et pour tout* $l = 1, 2, 3, \ldots, s$, *il existe des nombres positifs* N_{s-l} *tels que*

$$(1) \qquad \Sigma_{n_0, n_1, \ldots, n_{s-1}} a_{n_0, n_1, \ldots, n_s} = \alpha_{n_s} \qquad (n_0, n_1, \ldots, n_{s-1} = 0, 1, 2, \ldots;\ n_s = 0, 1, 2, \ldots).$$

$$(2) \text{ à } (s+1) \left\{ \begin{array}{l} \Sigma_{n_s} \mid \Sigma_j \Sigma_{n_{s-l+1}, n_{s-l+2}, \ldots, n_{s-1}} \\ \qquad \times (a_{n_0, \ldots, n_{s-l-1}, j, n_{s-l+1}, \ldots, n_{s-1}, n_s} - a_{n_0, \ldots, n_{s-l-1}, j, n_{s-l+1}, \ldots, n_{s-1}, n_s+1}) \\ \qquad\quad < N_{s-l} < \infty \\ (n_s, n_{s-l+1}, n_{s-l+2}, \ldots, n_{s-1} = 0, 1, 2, \ldots;\ j = 0, 1, 2, \ldots, n_{s-l}); \end{array} \right.$$

pour $l = 1, 2, 3, \ldots, s$; $n_{s-l} = 0, 1, 2, \ldots,$

$$N_{s-l} = N_{s-l}(n_0, n_1, \ldots, n_{s-l-1}),$$

mais les N_{s-l} *ne dépendent pas de* n_{s-l}. *Si* σ *est la somme de* (I), *on obtient aussi*

$$(\alpha) \left\{ \begin{array}{l} t = \alpha_0 \sigma + (\alpha_0 - \alpha_1)(\sigma_0 - \sigma) + (\alpha_1 - \alpha_2)(\sigma_1 - \sigma) + (\alpha_2 - \alpha_3)(\sigma_2 - \sigma) + \ldots, \\ \qquad \sigma_n = u_0 + u_1 + \ldots + u_n \qquad (n = 0, 1, 2, \ldots). \end{array} \right.$$

THÉORÈME 2. — *Une condition nécessaire et suffisante pour que* A *soit une matrice régulière est que les relations* (1) *à* $(s+1)$ *du théorème* 1 *soient vérifiées ainsi que la relation* $(s+2)$: $\alpha_0 = \alpha_1 = \alpha_2 = \ldots = 1$.

Le théorème 1 se démontre par induction. Pour $s = 1$, la démonstration utilise un théorème similaire correspondant à une transformation linéaire d'une série en une suite [1]. Le théorème supposé vrai pour s, considérons la série

$$\Sigma_{n, n_0, \ldots, n_s} a_{n, n_0, \ldots, n_s} u_{n_s} \qquad (n, n_0, \ldots, n_s = 0, 1, 2, \ldots).$$

Pour que cette série converge chaque fois que (I) converge vers $\sigma (\neq \infty)$, il faut et il suffit que

$$(a) \qquad \Sigma_{n_0, n_1, \ldots, n_s} a_{n, n_0, \ldots, n_s} u_{n_s} = t_n \quad (\neq \infty) \qquad (n = 0, 1, 2, \ldots),$$

$$(b) \qquad t_0 + t_1 + t_2 + \ldots = t \quad (\neq \infty),$$

(1) *Voir* P. VERMES, *Acta Scientiarum Mathematicarum*, 16, fasc. 1, Szeged, 15, III, 1951, 25.

chaque fois que (I) converge vers σ. Une condition nécessaire et suffisante pour (a) est

$$(1') \qquad \Sigma_{n_0, n_1, \ldots, n_{s-1}} a_{n, n_0, \ldots, n_s} = \alpha_{n, n_s} \quad (\neq \infty) \qquad (n = 0; 1, 2, \ldots; n_s = 0, 1, 2, \ldots),$$

ainsi que (2), (3), ..., ($s+1$) du théorème 1, où l'on ajoute aux lettres a l'indice n comme premier indice; les bornes doivent exister aussi pour tout n (mais peuvent dépendre de n). Alors, pour chaque n,

$$t_n = \alpha_{n,0}\sigma + \alpha_{n,0} - \alpha_{n,1})(\sigma_0 - \sigma) + (\alpha_{n,1} - \alpha_{n,2})(\sigma_1 - \sigma) + (\alpha_{n,2} - \alpha_{n,3})(\sigma_2 - \sigma) + \ldots$$

Si (a) est vérifié, une condition nécessaire pour (b) est

$$(1'') \qquad \alpha_{0,0} + \alpha_{1,0} + \alpha_{2,0} + \ldots = \alpha_0 \quad (\neq \infty)$$

car on peut choisir $\sigma_n = \sigma (n = 0, 1, 2, \ldots)$. Ainsi, une condition nécessaire et suffisante pour (b) est ($1''$) et que

$$(c) \qquad \Sigma_n \Sigma_{n_s} (\alpha_{n, n_s} - \alpha_{n, n_s+1})(\sigma_{n_s} - \sigma) \qquad (n, n_s = 0, 1, 2, \ldots)$$

soit convergent chaque fois que $\sigma_n - \sigma \to 0$.

Une condition nécessaire et suffisante pour (c) est

$$(s+2)' \quad \Sigma_{n_s} | \Sigma_j (\alpha_{j, n_s} - \alpha_{j, n_s+1}) | < N' < \infty \qquad (n_s = 0, 1, 2, \ldots; j = 0, 1, 2, \ldots, n)$$

pour chaque $n = 0, 1, 2, \ldots$. N′ ne dépend pas de n; et

$$(1''') \quad \begin{cases} (\alpha_{0, n_s} - \alpha_{0, n_s+1}) + (\alpha_{1, n_s} - \alpha_{1, n_s+1}) + (\alpha_{2, n_s} - \alpha_{2, n_s+1}) + \ldots = \gamma_{n_s} (\neq \infty) \qquad (n_s = 0, 1, 2, \ldots), \\ t = t_0 + t_1 + t_2 + \ldots = \alpha_0 \sigma + \gamma_0(\sigma_0 - \sigma) + \gamma_1(\sigma_1 - \sigma) + \gamma_2(\sigma_2 - \sigma) + \ldots, \end{cases}$$

($1'$) avec ($1''$) avec ($1'''$) sont équivalents à (1) (pour le cas $s+1$), où $\gamma_{n_s} = \alpha_{n_s} - \alpha_{n_s+1}$. $(s+2)'$ avec ($1'$) donnent ($s+2$) (cas $s+1$); et aussi ($s+2$) avec ($1'$) donnent $(s+2)'$. Ainsi, (1), (2), ..., ($s+2$) donnent une condition nécessaire et suffisante pour le cas $s+1$. Ainsi ($\mathcal{A}$) est démontré.

La démonstration du théorème 2 est très simple. Il est évident que la condition est suffisante, et la considération de certains cas particuliers de la série (I) montre qu'elle est aussi nécessaire.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un problème extrémal relatif aux figures inscrites dans les figures convexes.* Note de M. **Constantin Radziszewski**, présentée par M. Paul Montel.

Nous appelons figure convexe tout ensemble fermé et borné de points qui ne possède en commun avec une droite quelconque qu'un segment de droite ou un seul point au plus.

Un rectangle est dit inscrit dans une figure convexe plane si tous ses sommets se trouvent sur la frontière de la figure convexe.

Théorème 1 [1]. — *Dans toute figure convexe plane ayant des points intérieurs on peut inscrire un rectangle dont l'aire est au moins égale à la moitié de l'aire de la figure convexe.*

Soit R une figure convexe plane dans le plan de laquelle nous introduisons un système de coordonnées cartésiennes x, y d'origine O. Le sens positif de l'axe Ox forme avec une certaine direction fixe (l'axe l_0) un angle φ. La projection perpendiculaire de la figure convexe R sur l'axe Ox est un segment $a \leq x \leq b$. La droite $x = \bar{x}$, où $a \leq \bar{x} \leq b$, possède avec la figure convexe R des points communs, dont les ordonnées y satisfont aux inégalités

$$f_\varphi(\bar{x}) \leq y \leq g_\varphi(\bar{x}).$$

L'ensemble des points, dont les coordonnées satisfont aux inégalités $a \leq x \leq b$, $0 \leq y \leq g_\varphi(x) - f_\varphi(x)$, sera désigné par $R(\varphi, x)$. L'opération consistant à construire la figure convexe [2] $R(\varphi, x)$ à partir de la figure convexe R sera dite déplacement de R vers l'axe Ox. En déplaçant $R(\varphi, x)$ vers l'axe Oy nous obtenons une figure convexe que nous désignerons par $R(\varphi, x, y)$. Les aires des figures convexes R, $R(\varphi, x)$ et $R(\varphi, x, y)$ sont égales, ce que nous écrivons $\{R\} = \{R(\varphi, x)\} = \{R(\varphi, x, y)\}$.

On peut démontrer qu'il existe un rectangle OACB, et un seul, contenu dans la figure convexe $R(\varphi, x, y)$, tel que trois de ses sommets soient situés sur les axes, que son aire $M(\varphi)$ soit maximum ; on a $M(\varphi) \geq (1/2)\{R(\varphi, x, y)\}$.

Supposons que le sommet C du rectangle OACB soit un point de la frontière de $R(\varphi, x, y)$ et n'appartienne à aucun des axes de coordonnées. Une droite parallèle à l'axe Ox, passant par le point C, coupe $R(\varphi, x)$ suivant un segment FG, l'abscisse de F étant inférieure à celle de G. Désignons par D et E les projections orthogonales de ces points sur l'axe Ox. Il est évident que $BC = FG$, $CA = DF$, $\{DEGF\} = M(\varphi)$.

Une droite parallèle à l'axe Oy, passant par le point D, coupe la figure convexe R suivant un segment T_2U_1 ; une droite parallèle à l'axe Oy, passant par E, coupe R suivant un segment V_1W_2, les ordonnées de U_1 et W_2 étant supérieures à celles de T_2 et V_1 respectivement. Évidemment on a : $DF \leq T_2U_1$ et $EG \leq V_1W_2$. Prenons sur le segment T_2U_1 deux points T_1 et U_2 et sur le segment V_1W_2 deux points V_2 et W_1, tels que l'on ait

$$T_1U_1 = T_2U_2 = DF = V_1W_1 = V_2W_2.$$

Évidemment, $\{T_1V_1W_1U_1\} = \{T_2V_2W_2U_2\} = M(\varphi)$.

Comme sens de parcours positif sur les parallélogrammes $T_1V_1W_1U_1$

---

[1] Dans le cas où la figure convexe plane possède un centre de symétrie et où sa frontière ne contient aucun segment de droite, le théorème 1 a été démontré d'une façon différente par M. Biernacki.

[2] Bonnesen et Fenchel, *Theorie der konvexen Körper*, p. 71.

et $T_2V_2W_2U_2$ nous prenons le sens $V_1 \to W_1$, et respectivement $V_2 \to W_2$. Nous désignerons par $\theta(\varphi)$ l'angle convexe (c'est-à-dire $< \pi$) positif que forme le côté orienté V_1W_1 avec le côté orienté W_1U_1 : $\theta(\varphi) = \sphericalangle(\overrightarrow{V_1W_1}, \overrightarrow{W_1U_1})$. De même, soit $\omega(\varphi) = \sphericalangle(\overrightarrow{V_2W_2}, \overrightarrow{W_2U_2})$. La construction montre que l'on a $\theta(\varphi) \leqq \omega(\varphi)$.

On peut démontrer facilement que $\theta(\varphi)$ est une fonction semi-continue inférieurement, $\omega(\varphi)$ une fonction semi-continue supérieurement et $M(\varphi)$ une fonction continue du paramètre φ.

Choisissons maintenant dans le plan de la figure convexe R une direction l_0 telle que l'on ait $M(o) = \max M(\varphi)$.

Nous distinguerons trois cas :

(I) $$\theta(o) \leqq \frac{\pi}{2} \leqq \omega(o).$$

La validité du théorème 1 est évidente.

(II) $$\theta(o) \leqq \omega(o) < \frac{\pi}{2}.$$

Posons $\varphi_0 = \omega(o)$. On voit facilement qu'on a $\omega(\varphi_0) \geqq \pi - \omega(o) > \pi/2$. Il en résulte qu'il existe [3] une valeur $\bar{\varphi}$ telle que $\theta(\bar{\varphi}) \leqq \pi/2 \leqq \omega(\bar{\varphi})$; ainsi le second cas se trouve ramené au premier.

(III) $$\frac{\pi}{2} < \theta(o) \leqq \omega(o).$$

Prenons $\varphi_0 = \theta(o)$. Nous avons $\theta(\varphi_0) \leqq \pi - \theta(o) < \pi/2$ et, de même que plus haut, le troisième cas est ramené au premier.

On peut démontrer d'une façon analogue le

Théorème 2. — *Dans toute figure convexe de l'espace à trois dimensions, ayant des points intérieurs et un plan de symétrie, on peut inscrire un parallélépipède rectangle de volume au moins égal à 1/9 du volume de la figure convexe.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sommes de Féjer et moyennes de Césaro pour les développements d'une fonction en série de polynomes orthogonaux usuels.* Note (*) de M. **Robert Campbell**, présentée par M. Joseph Pérès.

On sait qu'étant donné une suite de polynomes $P_n(x)$ orthogonaux et normés dans l'intervalle (a, b), trois $P_n(x)$ successifs de la suite sont liés par

---

(3) Ici nous utilisons un théorème qui m'a été communiqué par M. A. Bielecki : *Si $f(x)$ est une fonction semi-continue inférieurement et $g(x)$ une fonction semi-continue supérieurement, $f(x) \leqq g(x)$ et $\inf f(x) \leqq \mu \leqq \sup g(x)$ dans $[a, b]$, alors il existe un nombre ξ tel que $a \leqq \xi \leqq b$ et $f(\xi) \leqq \mu \leqq g(\xi)$.*

(*) Séance du 6 octobre 1952.

la relation de récurrence

$$(1) \quad P_n(x) = (A_n x + B_n) P_{n-1}(x) - C_n P_{n-2}(x) \qquad \left(A_n > 0,\ C_n = \frac{A_n}{A_{n-1}}\right) \quad [1].$$

Si $\Sigma a_n P_n(x)$ est le développement en série d'une fonction $f(x)$ suivant ces polynomes, la somme partielle d'ordre n de cette série est donnée, sous forme explicite, en terme finis, par la formule dite de Darboux-Christoffel (*ibid.* p. 42)

$$(2) \qquad S_n(x) = \frac{1}{A_{n+1}} \int_a^b \frac{P_{n+1}(x) P_n(t) - P_{n+1}(t) P_n(x)}{x - t} f(t)\, dt.$$

La présente Note se propose de montrer que l'on peut obtenir des formules explicites analogues :

a. Pour les sommes de Fejer de cette série, dans le cas de certaines classes de polynomes orthogonaux (comprenant ceux de Laguerre et de Hermite);

b. Pour des sommes analogues à celles de Féjer, mais plus générales, dans le cas de classes plus vastes de polynomes orthogonaux (comprenant ceux de Legendre, de Tchebychef et de Gegenbauer).

La formule (2) fournit la somme de Féjer d'ordre n sous l'une des deux formes

$$(3) \quad \begin{cases} -\dfrac{1}{A_{n+1}} P_n(x) P_{n+1}(t) + \displaystyle\sum_{r=0}^{\infty} P_r(t) \left[\frac{P_{r+1}(x)}{A_{r+1}} - \frac{P_{r-1}(x)}{A_r}\right] + \frac{1}{A_1} P_1(x) P_0(t), \\ +\dfrac{1}{A_{n+1}} P_n(t)\, P_{n+1}(x) + \displaystyle\sum_{r=0}^{\infty} P_r(x) \left[\frac{P_{r+1}(t)}{A_{r+1}} - \frac{P_{r-1}(t)}{A_r}\right] - \frac{1}{A_1} P_1(t)\, P_0(x). \end{cases}$$

En général, les deux sommations $\sum_{r=0}^{r=n}$ précédentes ne s'effectuent pas. Mais si l'on suppose que $P_n(x)$ s'exprime linéairement en fonction de $P_{n-1}(x)$ et des dérivées successives de P_{n-1}, par une formule telle que

$$P_n(x) = \sum_{k=0}^{p} g_k(x, n) \frac{d^k}{dx^k} [P_{n-1}(x)],$$

alors il existe des cas où les coefficients $g_k(x, n)$ permettent de donner une expression simple de ces sommes.

Pour la clarté de l'exposé, on se limitera à $k = 1$ et l'on supposera que

$$(4) \qquad P_n(x) = f_n(x) P_{n-1}(x) - g_n(x) P'_{n-1}(x)$$

(relation à laquelle satisfont *tous* les polynomes usuels). L'une des sommes $\sum_{r=0}^{n}$ de (3) s'écrit alors

$$(5) \qquad \sum_{r=0}^{r=n} P_r(t) [U_r(x) P_r(x) - V_r(x) P'_r(x)].$$

---

[1] *Cf.* Szegö, *Orthogonal Polynomials*, p. 41.

où

$$U_r(x) = \frac{(2f_{r+1}(x) - A_{r+1}x - B_{r+1})}{A_{r+1}} \qquad \text{et} \qquad V_r(x) = \frac{2g_{r+1}}{A_{r+1}}.$$

La somme $\sum_{r=0}^{n} P_r(t) P_r(x)$ est donnée par la formule (2). Pour avoir la somme $\sum_{0}^{n} P_r(t) P'_r(x)$, on associe à la formule (1) en t la formule dérivée écrite avec la variable (x),

$$(1) \qquad (A_{r+1}t + B_{r+1}) P_r(t) = P_{r+1}(t) + \frac{A_{r+1}}{A_r}(t),$$

$$(1') \qquad (A_{r+1}x + A_{r+1}) P'_r(x) = P'_{r+1}(x) + \frac{A_{r+1}}{A_r} P'_{r-1}(x) - A_{r+1} P_r(x).$$

La combinaison linéaire (1) $P'_r(x)$ — (1′) $P_r(t)$ permet d'écrire

$$(6) \qquad [P_r(t) P'_r(x)](t - x) = \Delta_{r+1}(x, t) - \Delta_r(x, t),$$

avec

$$\Delta_r(x, t) = \frac{1}{A_r}[P_{r-1}(t) P'_r(x) - P'_{r-1}(t) P_r(x)],$$

et (6) permet le calcul de $\sum_{r=0}^{n} P_r(t) P'_r(x)$.

Le calcul de la somme (5) est alors immédiat. On en déduit la somme de Féjer qui est la demi-somme des expressions (3), à condition que les coefficients $U_r(x)$ et $V_r(x)$ soient indépendants de r. Cette condition définit une famille de polynomes orthogonaux comprenant en particulier ceux de Laguerre et de Hermite. On déduit de ce calcul la moyenne (C, 1) de la série. La moyenne (C, k) de Césaro s'obtient de manière analogue grâce au calcul des sommes

$$\sum_{0}^{n} P_r(x) \frac{d^h P_r(t)}{dt^h} \qquad (h \leq k),$$

qu'on obtient elles-mêmes par le même procédé que si $h = 1$, mais en dérivant h fois la formule (1).

Si les coefficients $U_r(x)$ et $V_r(x)$ ne sont pas indépendants de r mais sont de la forme

$$U_r(x) = \alpha_r U(x) \qquad \text{et} \qquad V_r(x) = \alpha_r V(x),$$

le calcul précédent fournit non pas exactement une moyenne de Césaro, mais une moyenne analogue

$$m_n = [\Sigma_0^n(\alpha_r S_r)]/[\Sigma_0^n(\alpha_r)]$$

utilisable pour étudier la sommabilité de la série. Tel est le cas des séries de polynomes de Tchebychef, de Legendre et d'une façon générale de tous les

polynomes ultrasphériques; ce n'est, par contre, pas le cas des séries de polynomes les plus généraux de Jacobi.

La détermination de la famille la plus générale des polynomes orthogonaux dont on peut ainsi calculer les moyennes m_n fera l'objet d'une prochaine Note.

TOPOLOGIE. — *Variétés symplectiques, variétés presque-complexes et systèmes dynamiques.* Note (*) de M. **Georges Reeb**, transmise par M. Joseph Pérès.

Définition des S. D. (variétés V_{2n+1} admettant une forme différentielle extérieure de degré 2 et de rang maximum). Relations avec les variétés presque-complexes. Problème de l'existence d'une structure de S. D. sur une variété donnée.

Les variétés, fonctions, formes différentielles, considérées sont indéfiniment différentiables. Les lettres V, W, ... désignent des variétés; les dimensions sont indiquées en indice; les lettres n, m, ... désignent des entiers positifs. L'espace numérique à n dimensions est noté R^n.

L'étude des variétés analytiques complexes a suggéré les notions de variété symplectique (V. S.) et de variété presque-complexe (V. P. C.) ([1]). Dans cette Note on se propose d'étudier les relations de ces deux structures avec la structure de système dynamique (S. D.) qui intervient en mécanique analytique. Rappelons la définition des V. S. et des V. P. C. (sous une forme adaptée à notre but.

Définition 1. — *Une* V. P. C. *est le couple* (V_{2n}, Ω) *d'une variété* V_{2n} *et d'une forme différentielle extérieure* Ω *de degré* 2 *définie sur* V_{2n} *et de rang* $2n$ ([2]). *Une* V. S. *est une* V. P. C. *vérifiant la condition supplémentaire* $d\Omega = 0$.

Rappelons que la condition $[\Omega]^n \neq 0$ en tout point de V_{2n}, est équivalente à la condition : Ω est de rang $2n$.

Définition 2. — *On appelle* S. D. *le couple* $(V_{2n+1}, \wedge)$, *d'une variété* V_{2n+1} *et d'une forme différentielle extérieure* $\wedge$, *de degré* 2 *et de rang* $2n$, *définie sur* V_{2n+1}. *Un* S. D. *vérifiant la condition supplémentaire* $d\wedge = 0$ *est appelé un* S. D. I.

La définition 2 se justifie ainsi ([3]) : un système mécanique vérifiant les hypothèses des équations de Lagrange conduit à la considération d'un

---

(*) Séance du 6 octobre 1952.

([1]) Ch. Ehresmann, *Sur la théorie des espaces fibrés* (Colloque de topologie algébrique, Paris, 1947); Wu-Wen-Tsun et G. Reeb, *Sur les espaces fibrés et les variétés feuilletées*, Paris, Hermann, 1952.

([2]) En fait il faudrait dire : au couple (V_{2n}, Ω) on peut associer au moins une structure de V. P. C. et réciproquement.

([3]) G. Reeb, *Comptes rendus*, 229, 1949, p. 969-971; *Canadian J. math.*, 3, 1951, p. 339-362.

S. D. (V_{2n+1}, $\wedge$) où V_{2n+1} est l'espace phases-temps et $\wedge$ la relation intégrale d'invariance de Lichnerowicz ([4]). Si $d\wedge = 0$, la forme $\wedge$ est l'invariant intégral absolu d'Élie Cartan. Soit E_1 un champ de vecteurs dont le produit intérieur $i(E_1).\wedge$, avec $\wedge$, est nul; le champ de directions défini par E_1 est appelé le champ associé à $\wedge$.

Les propriétés suivantes sont bien connues et à peu près évidentes :

a. L'espace R^{2n}, *et plus généralement l'espace* V_{2n} *des vecteurs covariants tangents à une variété* V_n, *peut être muni d'une structure de* V. S. [En effet, soit (x^i) un système de coordonnées locales dans V_n et soient (u_i) les composantes d'un vecteur covariant quelconque attaché au point (x^i); le système (x^i, u_i) est un système de coordonnées locales dans V_{2n}. On pose $\wedge = \Sigma_i[du_i dx^i]$; il est clair que $\wedge$ est indépendant des coordonnées locales choisies ([5]).]

b. Soit $f: W_{2n} \to V_{2n+1}$ *une application de rang* $2n$ *de* W_{2n} *dans le* S. D. (V_{2n+1}, $\wedge$); *supposons de plus que* $f(W_{2n})$ *soit transversal* ([5]), ([6]) *au champ* E *associé à* $\wedge$. *Dans ces conditions* (W_{2n}, $f^*(\wedge)$) *est une* V. P. C. *Si en outre* $d\wedge = 0$, *ce système est une* V. S.

c. Soit $f: W_{2n-1} \to V_{2n}$ *une application régulière (c'est-à-dire de rang* $2n-1$) *de* W_{2n-1} *dans la* V. P. C. (V_{2n}, Ω). *Le système* (W_{2n-1}, $f^*(\Omega)$) *est un* S. D. *Si en outre* $d\Omega = 0$, *ce système est un* S. D. I.

Le problème de l'existence d'une structure de S. D. sur une variété donnée est un problème d'existence d'une section d'un espace fibré. Faisons simplement les remarques suivantes :

Il résulte de (c) que toute variété W_{2n-1} *qui peut être plongée régulièrement dans* R^{2n} *(ou plus généralement dans une* V. P. C. *à* $2n$ *dimensions) admet une structure de* S. D.

Soit V_{2n} une variété compacte et soit S le cercle. Les deux propositions suivantes sont équivalentes :

V_{2n} *admet une structure de* V. P. C.;

$V_{2n} \times S$ *admet une structure de* S. D. *dont le champ associé est homotope au champ tangent aux fibres* $S \times \{x\}$ $(x \in V_{2n})$.

Un champ de directions E défini sur R^{2n+1} est le champ associé à une certaine structure de S. D. sur R^{2n+1} (car E est homotope à un champ de directions parallèles). Soit $f: V_{2n} \to R^{2n+1}$ une application régulière telle que $f(V_{2n})$ soit transversal à E; dans ces conditions V_{2n} peut être muni d'une structure

---

([4]) A. Lichnerowicz, *Bull. sc. math.*, **70**, 1946. M. Gallissot a également proposé une définition analogue des S. D.; cf. *Comptes rendus*, **234**, 1952, p. 2148; *Annales de l'Institut Fourier*, 3, 1952, p. 277-285; 77e *Congrès des Sociétés savantes* (à paraître).

([5]) G. Reeb, *J. r. ang. math.*, **189**, 1951, p. 186-189.

([6]) *Cf.* ([3]) et *Comptes rendus*, **232**, 1951, p. 1279-1280.

de V. P. C. Compte tenu des propriétés classiques de la *curvatura integra* (7), on peut énoncer :

THÉORÈME. — *Une condition suffisante pour qu'il existe une structure de* V. P. C. *sur une variété compacte* V_{2n}, *dont la caractéristique d'Euler-Poincaré est nulle, est qu'il existe une application régulière de* V_{2n} *dans* R^{2n+1}.

TOPOLOGIE ALGÉBRIQUE. — *Anneau différentiel à filtration réelle.* Note de M. **René Deheuvels**, présentée par M. Paul Montel.

Les filtrations définies ci-dessous diffèrent de celles qui sont utilisées par M. J. Leray dans la théorie des espaces fibrés. La théorie de cohomologie filtrée obtenue est multiplicative, et invariante lorsque l'on remplace la filtration par une fonction continue strictement croissante de la filtration. Elle est ainsi applicable au Calcul des Variations et généralise la « rank theory » de M. M. Morse.

1. Une filtration réelle d'un anneau $\mathfrak{A}$ est une application f de $\mathfrak{A}$ dans l'ensemble $R' = R \cup \infty$, des nombres réels R auxquels on a ajouté un dernier élément : ∞, vérifiant les conditions :

1° $f(0) = \infty$;

2° si $a, b \in \mathfrak{A}$, $f(a-b) \geqq \text{Min}[f(a), f(b)]$;

3° $f(ab) \geqq \text{Max}[f(a), f(b)]$.

Nous supposerons toujours f séparée : si $f(a) = \infty$, $a = 0$.

Un opérateur ω de $\mathfrak{A}$ est dit permis pour f si $f(\omega a) \geqq f(a)$.

Si $F(x)$ est une fonction croissante de R dans R, complétée par $F(\infty) = \infty$, $F \circ f$ est encore une filtration, séparée si f l'est.

$\mathfrak{A}^p$ désignant les $a \in \mathfrak{A}$, de filtration $> p$, on pose $\mathfrak{A}^{p-0} = \bigcap_{\varepsilon > 0} \mathfrak{A}^{p-\varepsilon}$. L'anneau composé : $\mathcal{G}\mathfrak{A} = \sum_p \mathfrak{A}^{p-0}/\mathfrak{A}^p$ est dit associé à $\mathfrak{A}$.

Si $\mathfrak{A}$ est un anneau différentiel filtré, ∂ la différentielle et α l'automorphisme qui définissent la différentiation, nous supposerons : $f(\partial a) \geqq f(a)$, $f(\alpha a) = f(a)$; $\mathcal{C}$ et $\mathcal{B}$ désignent les cycles et les bords de $\mathfrak{A}$, $\mathcal{C}^q_s$ l'anneau des éléments a tels que $f(a) > q$, $f(\partial a) > s$, et $\mathcal{B}^s_q = \partial \mathcal{C}^q_s$.

2. $\{4\}$ désignant l'ensemble ordonné 1, 2, 3, 4, soit V le lattice $R'^{\{4\}}$ des quadruples $v = (v_1 v_2 v_3 v_4)$, $v_1 \leqq v_2 \leqq v_3 \leqq v_4$, d'éléments de R', ordonné par $v \leqq v'$ si $v_i \leqq v'_i$ $(i = 1, 2, 3, 4)$; v_i est la $i^{\text{ème}}$ coordonnée de v. Les anneaux suivants, définis sur V, pris comme ensemble d'indices, seront appelés les quotients d'homologie $Q(v)$ de $\mathfrak{A}$: si $v = (pqrs)$,

$$E(v) = E(pqrs) = \mathcal{C}^q_s/(\mathcal{C}^r_s + \mathcal{B}^q_p), \qquad D(v) = D(pqrs) = \mathcal{B}^r_p/(\mathcal{B}^s_p + \mathcal{B}^r_q).$$

---

(7) Cf. *Math. Annalen*, 95, 1925, p. 340-367.

Ces anneaux sont reliés par des homomorphismes qu'induisent :

1° les relations d'inclusion;

2° la différentielle δ de $\mathfrak{A}$; les premiers seront désignés génériquement par r, les seconds par δ :

1° si $v \leqq v'$, on a $E(v) \overset{r}{\leftarrow} E(v')$, $D(v) \overset{r}{\leftarrow} D(v')$:

$$D(mpqr) \overset{r}{\rightarrow} E(pqrs) \text{ est un isomorphisme dans.}$$

2° soit Δ l'endomorphisme de V : $v = (pqrs) \overset{\Delta}{\rightarrow} \Delta v = (pqr\infty)$;

$$E(v) \overset{\delta}{\rightarrow} D(\Delta v) \text{ est un homomorphisme sur.}$$

Propriétés. — Le composé de plusieurs homomorphismes r et δ est nul s'il contient plus d'un homomorphisme δ.

Si $v \leqq v'$, et si v et v' ne diffèrent que par une seule coordonnée, l'homomorphisme de $Q(v')$ dans $Q(v)$ (Q représente E ou D), est ou un homomorphisme sur, ou un isomorphisme dans. Les suites exactes correspondantes s'écrivent uniquement avec des quotients d'homologie. Elles seront désignées par (ξ). Exemples :

$$(\xi) \quad \begin{cases} 0 \rightarrow D(mpqr) \overset{r}{\rightarrow} E(pqrs) \overset{r}{\longrightarrow} E(mqrs) \rightarrow 0, \\ 0 \rightarrow E(pqrt) \overset{r}{\rightarrow} E(pqrs) \overset{r \circ \delta}{\longrightarrow} D(qrst) \rightarrow 0, \end{cases} \quad \ldots.$$

3. Soit R″ l'ensemble obtenu en ajoutant devant chaque élément $p \in R'$, un « précédent » $p - 0$, en convenant que, si $n < p$, $n < p - 0 < p$. R′ sera considéré comme plongé dans R″ dans l'inclusion α : $R' \overset{\alpha}{\rightarrow} R''$; l'endomorphisme β : $\beta(p - 0) = \beta(p) = p$, applique R″ sur R′. Une topologie gauche $\mathfrak{T}_g$ est définie sur R″ par les systèmes fondamentaux de voisinages suivants :

si $p \in R'$: le point p; pour $p - 0 \in R'' - R'$: les intervalles $p - \varepsilon < x \leqq p - 0$.

Soit W le lattice $R''^{(4)}$; α et β déterminent : l'inclusion $V \overset{\alpha}{\rightarrow} W$; des endomorphismes $\beta_j (j = 1, 2, 3, 4)$:

si $w = (w_i)$, $\beta_j w$ a pour coordonnées : $(\beta_j w)_i = w_i$ si $j \neq i$, $(\beta_j w)_j = \beta w_j \in R'$.

Le composé $\beta = \beta_1 \circ \beta_2 \circ \beta_3 \circ \beta_4$, indépendant de l'ordre des β_j applique W sur V.

On détermine sur W en le considérant comme sous-ensemble du produit R'^4 une topologie désignée également par $\mathfrak{T}_g$.

Nous allons étendre la définition des quotients d'homologie à l'ensemble d'indices W de la façon suivante :

$Q(w) =$ limite du système inverse d'anneaux $Q(v)$, lorsque $v \overset{g}{\rightarrow} w$ ($v \in V$, a pour limite w dans $\mathfrak{T}_g$).

Les quotients d'homologie sur W sont reliés par des homomorphismes de type r et δ obtenus par passage à la limite; mais une limite d'homomorphismes sur n'est en général qu'un homomorphisme dans : les suites exactes (ξ) subsistent sans leurs derniers membres : $\rightarrow 0$.

4. Un anneau $Q(w)$ sera dit *critique* si l'homomorphisme $Q(w) \leftarrow Q(\beta w)$ n'est pas un isomorphisme sur. Si l'homomorphisme $Q(w) \leftarrow Q(\beta_j w)$ n'est pas un isomorphisme sur (il en sera ainsi pour au moins un des β_j si $Q(w)$ est critique), la $j^{\text{ième}}$ coordonnée $(\beta_j w)_j = \beta w_j$ de βw est dite *valeur critique* de la filtration.

w et $\beta_j w$ ne diffèrent que par la $j^{\text{ième}}$ coordonnée. $Q(w)$ et $Q(\beta_j w)$ déterminent donc une suite exacte du type (ξ), dont le troisième terme est un quotient d'homologie qui sera appelé *anneau dérivé* pour la valeur $(\beta_j w)_j = \beta w_j$.

Les anneaux dérivés pour une valeur r sont des trois types suivants : $E(w_1, r-0, r, w_4)$, $D(r-0, r, w_3, w_4)$, $D(w_1, w_2, r-0, r)$. Ce sont des anneaux critiques s'ils sont différents de zéro.

Une application continue strictement croissante F de R' sur R', induit un automorphisme du lattice W, permis pour les α et β. Les quotients d'homologie, les anneaux critiques et dérivés des filtrations f et F. f forment donc des ensembles d'anneaux isomorphes par la correspondance : $(pqrs) \leftrightarrows (FpFqFrFs)$.

TOPOLOGIE ALGÉBRIQUE. — *Sur les anneaux spectraux de certaines classes d'applications. II. Fonctions numériques (continues)*. Note de M. **István Fáry**, présentée par M. Paul Montel.

La théorie de M. Leray peut être appliquée de deux façons différentes à *l'étude homologique des fonctions numériques* (théorie de M. Morse) [1]. La première méthode est mentionnée dans un mémoire de M. Leray (cité dans la Note I) [2]. Nous esquissons dans cette Note une seconde méthode, basée sur l'étude de l'anneau spectral de l'application continue $f : X \to R$, où f est une fonction continue, définie dans X.

1. f désigne dans cette Note une *fonction numérique*, *continue* définie dans l'espace X. *Nous envisageons f comme application $f : X \to R$* (R est la droite). D'après la théorie de Leray, rappelée dans la Note I [2], nous attachons à cette application l'anneau spectral E_r. Nous aurons :

$$(1) \qquad E_r^{p,q} = 0, \quad \text{si} \quad p \geqq 2 \qquad \text{et} \qquad E_r^{p,q} = E_2^{p,q}, \quad \text{si} \quad r \geqq 2,$$

vu (1)-(3) dans la Note I. L'étude de E_r se réduit à celle de $\mathcal{B}$, $E_1 = L \circ \mathcal{B}$, $E_2 = H(E_1) = H(L \circ \mathcal{B})$ (Note I, n°s 3, 4).

Dans ce qui suit, L désigne une couverture fine de la droite, qui a les propriétés suivantes : L est multiplicativement engendrée par les éléments de degré nul L^0 et par

(1) *Voir* de nombreux travaux de M. Morse et en particulier : 1. M. Morse, *Mém. Sc. Math.*, Paris, 1939 et 2. Seifert-Threlfall, *Variationsrechnung im Grossen*, Teubner, Berlin.

(2) Cette Note fait suite à la Note I, des *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 686. Sauf mention expresse du contraire, nous conservons toutes les notations de la Note I.

leurs différentielles dL^0; $L^0(L^1)$ a un système de générateurs dont un élément a pour support un segment de R (un point de R) (*cf.*, par exemple, Leray, 1, p. 73, cité dans la Note I).

2. *Sur le faisceau* $\mathcal{B}$. — Désignons par $(f \leq \alpha)$, etc. le sous-espace de X, constitué par les points x, tels que $f(x) \leq \alpha$, etc.; $(f=\alpha)$ sera noté aussi par F_α. Envisageons le diagramme

$$(2) \qquad \begin{cases} H(f\leq\beta) \longrightarrow H(f\leq\alpha) \\ \nwarrow \quad \swarrow_d \\ H(\alpha<f\leq\beta) \end{cases} \qquad (\alpha<\beta)$$

(homomorphismes : section, le cobord d et l'injection). La définition (7) de la Note I peut être formulée dans ce cas de plusieurs façons équivalentes : ξ est une *valeur ordinaire* de f, si, ou bien : 1° la section $H(\alpha\leq f\leq\beta)\to H(F_\eta)$ est un isomorphisme sur pour chaque η, $\alpha\leq\eta\leq\beta$, où $\alpha<\xi<\beta$; ou bien : 2° $H(f\leq\eta)$ et $H(f\geq\eta)$ ne varient pas quand η décrit un certain voisinage de ξ; ou bien 3° $H(\rho<f\leq\sigma)=H(\rho\leq f<\sigma)=0$, si ρ, σ sont près de ξ. Si l'une de ces conditions n'est pas remplie, ξ est une *valeur critique* de f [Note I, définition (8)].

Nous supposerons dorénavant que f a les propriétés suivantes : *a.* ξ étant un nombre quelconque, les $(\alpha\leq f\leq\beta)$ constituent un système fondamental de voisinages de F_ξ, où $\alpha<\xi<\beta$; *b.* Les valeurs critiques forment un ensemble discret $\ldots<\gamma_j<\gamma_{j+1}<\ldots$ [3].

3. Considérons les sections suivantes :

$$(3) \qquad H(F_\alpha) \xleftarrow[\sigma_\alpha]{} H(\alpha\leq f\leq\beta) \xrightarrow[\sigma_\beta]{} H(F_\beta),$$

où

$$(4) \qquad \gamma_{j-1}<\alpha<\gamma=\gamma_j<\beta<\gamma_{j+1}.$$

Supposons que

$$(5) \qquad (\text{noyau de } \sigma_\alpha)\cap(\text{noyau de } \sigma_\beta)=0.$$

Dans ces conditions, la variation du faisceau $\mathcal{B}$ au voisinage de la valeur critique γ peut être décrite à l'aide des anneaux et modules suivants :

$$(6) \qquad EH_\alpha(\gamma)=\sigma_\alpha(\text{noyau de } \sigma_\beta); \qquad TH_\alpha(\gamma)=\sigma_\alpha H(\alpha\leq f\leq\beta);$$

$$(7) \qquad IH_\alpha(\gamma)=H(F_\alpha)/TH_\alpha(\gamma) \qquad (\text{quotient de A-modules}).$$

Les anneaux (6) et les modules (7) sont déterminés à une isomorphie canonique près; nous utiliserons les notations abrégées $EH_-=EH_-(\gamma)=EH_\alpha(\gamma)$ $(\alpha-\gamma<0)$, etc. Les éléments de degré p constituent $EH_\alpha^p(\gamma)$, etc.

---

[3] Ces restrictions sont imposées à f en raison d'applications ultérieures (*voir* les Notes suivantes).

Ces invariants mesurent la déviation de γ d'une valeur ordinaire et ils jouent en ce sens le même rôle que les « types groups » de la théorie de Morse; en même temps, ils sont en relation étroite avec les cycles évanouissants de Lefschetz.

Dans l'étude de la variation de $H(F_\eta)$, $H(f \leqq \eta)$ au voisinage d'une valeur critique γ on utilise (2) et les relations suivantes :

(8) $$H(\alpha \leqq f \leqq \beta) = EH_- + (TH_-/EH_-) + EH_+;$$

(9) $H(\alpha < f < \beta)$ contient un idéal $J = TH_-/EH_-$ et

$$H(\alpha < f < \beta)/J = IH_- + IH_+;$$

(10) $H(\alpha < f \leqq \beta)$ contient comme idéal IH_- et $H(\alpha < f \leqq \beta)/IH_- = EH_+$. Dans ces formules nous avons supposé que (5) a lieu, mais des relations analogues sont valables, si cette condition n'est pas remplie.

5. *Sur l'anneau spectral* E_r. — Un système de générateurs de l'anneau des d_1-cocycles de $E_1^0 = L^0 \circ \mathcal{B}$ s'obtient comme suit : donnons-nous un couple de valeurs critiques γ_j, γ_k. Supposons que α, β satisfont à (4), et λ, μ à des inégalités analogues avec γ_k. Envisageons un $h \in H(\alpha \leqq f \leqq \mu)$, tel que $F_\beta h \in EH_\beta(\gamma_j)$ et $F_\lambda h \in EH_\lambda(\gamma_k)$ [4], et formons le d_1-cocycle $l \circ h$, où $l \in L^0$ a pour support (α, μ) et dl le couple de nombres α, μ.

Tous les éléments de $E_1^1 = L^1 \circ \mathcal{B}$ sont d_1-cocycles. Il est facile de déterminer les d_1-cobords.

Théorème 1. — *Nous avons* $H^{1,q-1}(X) = \cap\{$*noyau de* $H^q(X) \to H^q(F_\xi)\}$, *l'intersection étant prise sur toutes les valeurs* ξ *de* f. *En outre* $E_2^{0,q} = H^q(X)/H^{1,q-1}(X)$, $E_2^{1,q} = H^{1,q}(X)$ [5].

Théorème 2. — *Il existe un isomorphisme canonique dans*

$$E_2^{0,q} \to \Sigma\{EH_-^q(\gamma) + EH_+^q(\gamma)\},$$

la somme directe étant prise sur toutes les valeurs critiques γ *de* f.

Posons $S_j = (f = \gamma_j)$, $F_j = (f = \beta)$, où β satisfait à (4).

Théorème 3. — *Le terme* $E_1 = L \circ \mathcal{B}$ *de l'anneau spectral de* f *contient un sous-anneau* ${}^*E_1$ *tel que* ${}^*E_1^0 \approx \Sigma H(S_j)$, ${}^*E_1^1 \approx \Sigma H(F_j)$, *et l'anneau de* d_1-*cocycles de* ${}^*E_1$ *divisé par l'idéal que constituent les* d_1-*cobords de* ${}^*E_1$ *donne* E_2.

6. La comparaison avec la théorie de Morse demande un assez long développement que nous donnerons dans un travail ultérieur. Attirons à présent l'attention sur les faits suivants : 1° Nous définissons les valeurs ordinaires et critiques autrement que M. Morse. 2° Un « type group » de Morse est remplacé ici par plusieurs modules (6), (7); 3° La présente méthode s'adapte bien à la théorie de Lefschetz; 4° Elle ne s'applique qu'aux *fonctions continues* définies dans un espace *localement compact*.

---

[4] Si F désigne une partie fermée d'un espace X, $h \in H(X)$, alors Fh désigne l'image de h par la section $H(X) \to H(F)$.

[5] Nous utilisons la notation introduite au n° 2, *a* de la Note I.

MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES. — *Mise en équation des résultats d'expériences. Nouvelles formules d'utilisation.* Note (*) de M. **Louis A. Sackmann**, transmise par M. Joseph Pérès.

Principe de la mise en équation. — Nous avons exposé et critiqué dans une précédente Note ([1]) *l'avantage* de la recherche systématique de lois linéarisées, et *la nécessité* de baser la recherche des coefficients numériques de ces lois sur une analyse nouvelle plus approfondie.

Hypothèses et notations. — Soit un phénomène y fonction d'une variable x, ayant fait l'objet de n mesures distinctes pour des valeurs différentes de la variable, échelonnées dans un intervalle donné. On suppose que toutes les mesures ont été effectuées avec la même « précision » et possèdent le même « poids ». Soit ε_y la limite supérieure des erreurs δ_y commises sur y. L'ensemble de ces mesures m est donc résumé par les relations suivantes :

$$m = (x_k - y_k)_{k=1}^{n}, \qquad \delta_y < \varepsilon_y. \tag{1}$$

Soient deux fonctions de transformation $X = \varphi(x)$, $Y = \psi(y)$, définissant dans le plan (XY) les mesures « transformées » M

$$M = (X_k - Y_k)_{k=1}^{n}; \tag{2}$$

si les fonctions φ et ψ sont convenablement choisies, les points M s'alignent sensiblement, aux erreurs d'expérience près, suivant une droite

$$Y = AX + B, \tag{3}$$

ce qui fournit la forme de l'équation cherchée $y = f(x, A, B)$, dont il reste à calculer les coefficients numériques A et B.

Notion de poids fonctionnel des mesures. — Cherchons pour déterminer A et B, selon le principe de Legendre, le minimum de la somme des écarts quadratiques entre les ordonnées transformées Y_k et leurs valeurs théoriques $AX_k + B$.

Tandis que, par hypothèse, un même « poids » caractérise les mesures m, il n'en est plus de même pour les mesures transformées M : ces dernières voient en effet leurs écarts δY anamorphosés d'après la différentielle $\delta Y = (dY/dy)\,\delta y$, proportionnellement à la dérivée par rapport à y de la fonction Y.

Pour redresser cette distorsion fonctionnelle et reconstituer la distribution statistique *normale* des mesures M, un « poids fonctionnel » $p_k = 1/(dY/dy)$ doit

---

(*) Séance du 15 septembre 1952.

([1]) *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 689.

être attaché aux écarts quadratiques e_k^2. Leur somme s'écrira

$$(4)\qquad S=\sum_{k=1}^{n} p_k e_k^2=\sum_{k=1}^{n} p_k[Y_k-(AX_k+B)]^2.$$

Le minimum de cette fonction de A et de B a lieu pour $(\partial S/\partial A)=(\partial S/\partial B)=0$, ce qui conduit aux équations linéaires en A et en B

$$(5)\qquad \frac{1}{2}\frac{\partial S}{\partial A}=A\Sigma(p_k X_k^2)+B\Sigma(p_k X_k)-\Sigma(p_k X_k Y_k)=0,$$

$$(6)\qquad \frac{1}{2}\frac{\partial S}{\partial B}=A\Sigma(p_k X_k)+B\Sigma(p_k)\quad-\Sigma(p_k Y_k)\quad=0.$$

L'équation (6) donne

$$(7)\qquad B=\frac{\Sigma(p_k Y_k)}{\Sigma(p_k)}-A\frac{\Sigma(p_k X_k)}{\Sigma(p_k)}=\bar{Y}-A\bar{X}.$$

La droite cherchée $Y=AX+B$ *passe par un point* G *de coordonnées* $\bar{X}$, $\bar{Y}$ *qui se comporte comme le centre de gravité des poids* p_k *de coordonnées* X_k, Y_k.

Il en résulte que la courbe d'équation $y=f(x, A, B)$ *du plan* (z) *passera également par un point fixe* g_G *qui est le transformé de* G *en vertu des fonctions inverses de* $X=\varphi(x)$, $Y=\psi(y)$, *soit* $x=\Phi(X)$, $y=\Psi(Y)$; (*il va sans dire que* g_G *n'est pas le centre de gravité des points m*).

L'équation (5) donne enfin l'expression de A par substitution de B :

$$(8)\qquad A=\frac{\Sigma(p_k X_k Y_k)-\bar{X}\bar{Y}\,\Sigma(p_k)}{\Sigma(p_k X_k^2)-\bar{X}^2\,\Sigma(p_k)}.$$

Les équations (7) et (8) constituent les *formules générales d'utilisation* pour le dépouillement des résultats de mesure résumés par la relation (1).

Cas particulier. — Si $Y=\log y$ (cas fréquent des lois exponentielles, et des lois de puissance si en plus $X=\log x$), $p_k=1/(dY/dy)=y$ donnera

$$(9)\quad \bar{X}=\frac{\Sigma(y_k X_k)}{\Sigma(y_k)},\quad \bar{Y}=\frac{\Sigma(y_k Y_k)}{\Sigma(y_k)},\quad A=\frac{\Sigma(y_k X_k Y_k)-\bar{X}\bar{Y}\,\Sigma(y_k)}{\Sigma(y_k X_k^2)-\bar{X}^2\Sigma(y_k)},\quad B=\bar{Y}-A\bar{X}.$$

Cas des lois quasi linéaires. — Enfin, si $y=f(x)$ est quasi linéaire, c'est-à-dire si $\Delta y/\Delta x$ est sensiblement constant, $Y=y$, $p_k=1/(dY/dy)=1$ donnera

$$(10)\qquad \bar{x}=\frac{\Sigma x_k}{n},\qquad \bar{y}=\frac{\Sigma y_k}{n},\qquad A=\frac{\Sigma(x_k y_k)-n\bar{x}\bar{y}}{\Sigma(x_k^2)-n\bar{x}^2},\qquad B=\bar{y}-A\bar{x}.$$

Conclusion. — L'utilisation pratique de ces formules, l'établissement des tableaux de calculs numériques, ainsi que des dépouillements-tests de lois empiriques, seront exposés dans un Mémoire spécial.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Sur l'utilisation d'un drain en amont d'un noyau imperméable dans une digue.* Note (*) de M. **Mladen Boreli**, présentée par M. Joseph Pérès.

Poursuivant nos études signalées dans une Note précédente [1] nous nous sommes préoccupé de l'intérêt pratique présenté par un drain à l'amont du noyau.

Dans le cas présent, l'étude est faite également dans la cuve à analogie électrique de l'Institut Polytechnique de Grenoble suivant les mêmes méthodes.

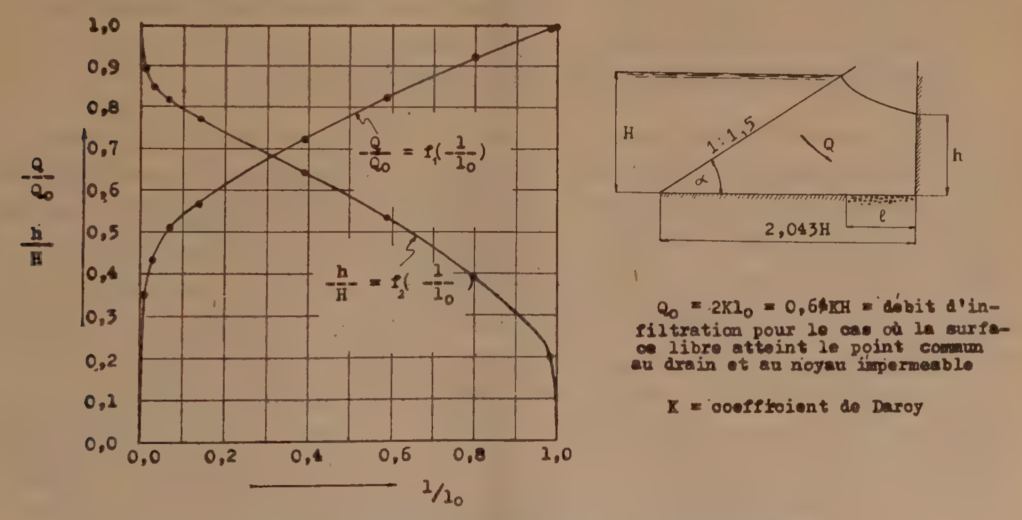
Les paramètres étudiés étaient les suivants :

1° Longueur du drain — dont l'origine est fixée en permanence au noyau imperméable (l) que nous avons adopté comme paramètre indépendant.

2° Débit d'infiltration (Q).

3° La hauteur mouillée du noyau imperméable (h).

Le débit d'infiltration et la longueur du drain ont été représentés par leurs valeurs réduites obtenues en les divisant respectivement par Q_0 et l_0, qui correspondent au cas où la longueur du drain est choisie de telle manière que



Variation de la hauteur mouillée du noyau imperméable et du débit d'infiltration en fonction de la longueur du drain.

la surface libre atteint le point commun au drain et au noyau imperméable. Dans ce dernier cas l'équation $Q_0 = 2Kl_0$ (K, coefficient de Darcy) est satisfaite.

(*) Séance du 6 octobre 1952.

[1] *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 646.

La hauteur mouillée du noyau était rapportée à la profondeur d'eau H en amont de la digue.

Les principaux résultats sont consignés sur le diagramme de la figure. D'après ce diagramme, on voit que le débit reste assez grand (ici $Q_0 = 0,64\,KH$) jusqu'à une longueur du drain très faible, la hauteur mouillée ayant toujours une valeur sensible. Il en résulte que cette disposition ne peut pas être employée pour un travail normal de la digue. Au contraire, l'allure des courbes Q/Q_0 et h/H montre l'intérêt pratique de l'emploi d'un drain de secours de faible longueur pour exécuter une réparation sur le noyau. Signalons, par exemple, que la hauteur mouillée réduite atteint une valeur de 0,80 pour

$$\frac{l}{l_0} = 0,1 \qquad (l = 0,032\,H).$$

Le diagramme réalisé, en supposant une pression atmosphérique sur le drain, peut être employé aussi avec une bonne approximation pour un drainage forcé. On voit que, en doublant le débit du drain pour $l/l_0 = 0,1$, on peut faire en sorte que la surface libre n'atteigne pas le noyau imperméable, ce qui augmente l'intérêt pratique d'un drain de secours en amont du noyau imperméable.

AÉRODYNAMIQUE. — *Essai d'interprétation de quelques phénomènes observés dans l'écoulement supersonique autour d'un dièdre.* Note (*) de M. **Roger Depassel**, présentée par M. Joseph Pérès.

Une grandeur fréquemment mesurée dans l'écoulement supersonique autour d'un dièdre est la pression à la paroi de ce dièdre. Au cours d'études faites sur des profils losangiques à la soufflerie supersonique du Laboratoire d'Aérodynamique de l'Institut Polytechnique de Grenoble, il a été établi que cette pression était nettement différente de la pression théorique, principalement au voisinage du bord d'attaque du dièdre. Nous allons montrer que cette différence pourrait être due à la couche limite.

1. L'écoulement supersonique sur une plaque plane à incidence nulle est caractérisé théoriquement de la manière suivante : le bord d'attaque donne une onde de Mach et le coefficient de pression à la paroi de la plaque est nul (en négligeant la couche limite). Ceci se traduit par une droite $p = \text{const.}$ dans le diagramme pression-abscisse (*fig.* 1). En fait, il existe toujours une onde de choc au bord d'attaque et la pression mesurée à la paroi donne la courbe pointillée de la figure 1, obtenue pour un nombre de Mach 1,86. L'écart entre les deux courbes ne peut être dû à une interaction entre l'aiguille mesurant la pression et l'onde de choc, puisque cet écart existe très en aval de cette dernière. En outre, si la présence d'humidité dans l'air

(*) Séance du 29 septembre 1952.

peut influencer les mesures de pression, elle ne doit pas modifier l'allure qualitative du phénomène.

2. Le calcul de l'épaisseur de déplacement de la couche limite de la plaque (L = 100 mm), fait en utilisant la méthode Chapman [1] pour la répartition de la température à la paroi donnée par :

$$\frac{T w^*}{T e^*} = 1,25 - 0,83 x^* + 0,33 x^{*2},$$

fournit une loi représentée graphiquement par les courbes de la figure 2, pour les nombres de Mach 1,0; 1,8; 6,9. A 50 mm du bord d'attaque l'épaisseur de déplacement est 0,5 mm pour M = 1,8, ce qui paraît vraisemblable.

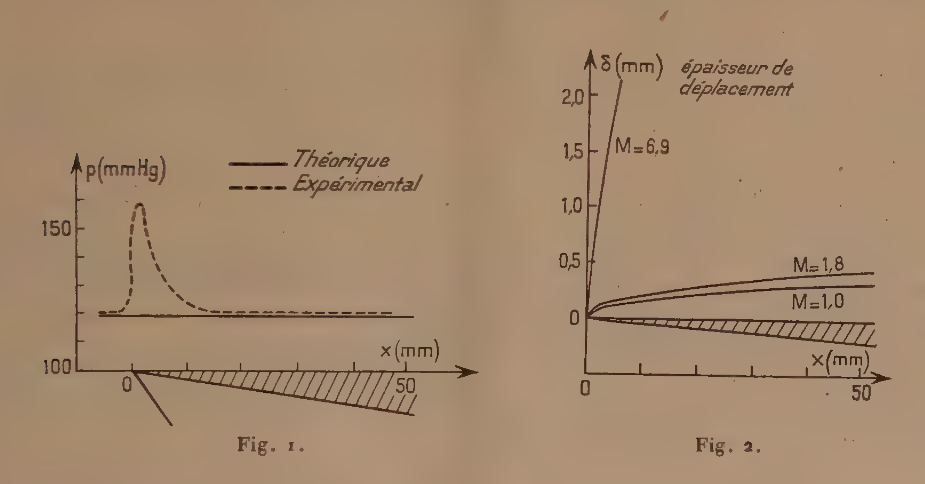


Fig. 1.

Fig. 2.

3. Il est possible de calculer la pression à la paroi sur un profil fictif constitué par la plaque, augmentée de la couche limite calculée ci-dessus. Le profil fictif est assimilé à un profil polygonal permettant l'application de l'approximation de Busemann ou d'Ackeret. Cette méthode est toutefois assez longue et peut avantageusement être remplacée par un procédé graphique basé sur la représentation de Laitone [2], de l'écoulement isentropique (*fig.* 3). L'accord entre le procédé graphique et le procédé par calcul est satisfaisant. La première sécante du profil polygonal, OA, donne une compression; les autres AB, BC... donnent des détentes (*fig.* 3). Le point de départ A, est arbitraire; toutefois l'écoulement après le choc étant supposé isentropique, la courbe de pression obtenue est indépendante de A.

On obtient ainsi la courbe pression-abscisse de la figure 4 qui se rapproche beaucoup plus de la courbe expérimentale que les considérations théoriques élémentaires.

---

(1) *J. Aeron. Sc.*, 16, n° 9, 1949, p. 515-528.
(2) *J. Aeron. Sc.*, 14, n° 1, 1947, p. 25-41.

4. La méthode de calcul que nous suggérons ne permet pas d'atteindre la pression maximum mesurée, car celle-ci résulte d'un phénomène plus complexe d'interaction choc-couche limite (pseudo-décollement au bord

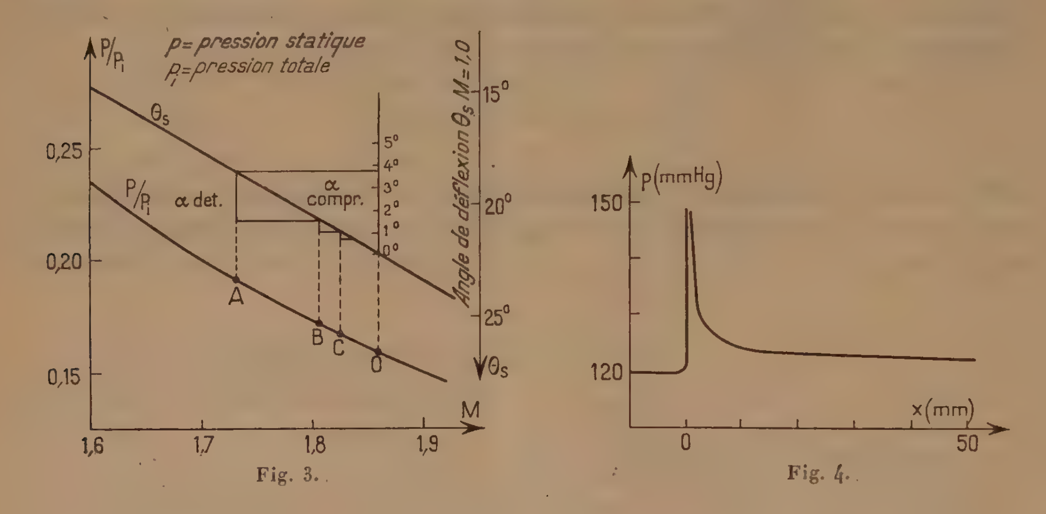


Fig. 3.

Fig. 4.

d'attaque). La présence du coin de couche limite peut expliquer l'existence d'une onde de choc à rayon de courbure fini au voisinage du bord d'attaque (nettement visible sur les clichés strioscopiques).

Cette étude permet de prévoir assez bien les pressions et les coefficients de pression à la paroi. Faite dans le cas de la plaque plane, elle peut être généralisée pour un profil quelconque.

Il en résulte d'autre part que l'influence de la couche limite sur l'écoulement supersonique déjà sensible au nombre de Mach 1,8, deviendrait prépondérante aux nombres de Mach élevés.

HYDRAULIQUE. — *Recherches expérimentales sur les intumescences dans les canaux découverts.* Note (*) de M. **Jean Nougaro**, transmise par M. Charles Camichel.

Exposé de résultats d'expériences sur la célérité des intumescences dans les canaux découverts. Applications de la méthode graphique des caractéristiques courbes exposée dans une Note précédente (1).

Dans une Note récente (1) nous avons exposé une méthode graphique permettant le calcul de la surélévation du plan d'eau consécutive au passage d'une intumescence dans un canal découvert. Les expériences correspondantes, réalisées dans divers canaux des Laboratoires d'Hydraulique de Toulouse et

(*) Séance du 6 octobre 1952.

(1) *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 341.

dans quatre usines hydroélectriques, nous ont fourni des résultats particulièrement concordants, que nous résumons dans la présente Note.

A. *Recherches sur la vitesse de propagation d'une intumescence.* — Les expériences effectuées dans cinq canaux du Laboratoire dont les largeurs varient de 0,07 m à 4 m et les longueurs de 1,90 m à 117 m, ont permis de choisir parmi les diverses formules utilisées pour le calcul de la célérité c, celle qui donne les meilleurs résultats.

Nous avons ainsi comparé les expressions suivantes de c, écrites avec les notations habituelles :

$$c_1 = \sqrt{g\mathrm{H}_0\left[1 + \frac{3}{2}\frac{h}{\mathrm{H}_0} + \frac{1}{2}\left(\frac{h}{\mathrm{H}_0}\right)^2\right]} \pm \mathrm{U}_0,$$

$$c_2 = \sqrt{g\mathrm{H}_0\left[1 + \frac{3}{2}\frac{h}{\mathrm{H}_0}\right]} \pm \mathrm{U}_0,$$

$$c_3 = \sqrt{g\mathrm{H}} \pm \mathrm{U}_0,$$

$$c_4 = \sqrt{g\mathrm{H}_0} \pm \mathrm{U}_0.$$

Les expériences ont montré la supériorité de l'expression c_3, particulièrement simple, pour laquelle l'écart maximum entre valeurs calculées et expérimentales reste inférieur à :

6 % pour des intumescences positives d'aval; 8 % pour des intumescences positives d'amont; 8 % pour des intumescences négatives d'aval.

Des essais réalisés sur le canal d'amenée de l'usine hydroélectrique de Pebernat sur l'Ariège, ont pleinement confirmé ces résultats, l'écart entre le calcul et l'expérience n'atteint même pas 2 %.

B. *Vérifications expérimentales de la méthode graphique des caractéristiques courbes.* — Cette deuxième série de recherches a apporté la confirmation de l'expérience à notre méthode graphique de calcul des intumescences.

La plupart des mesures ont été réalisées dans un canal de 24 m de longueur et 0,40 m de largeur dans lequel peut circuler un débit de l'ordre de 100 l/s.

Les régimes non permanents étudiés ont été provoqués par diverses manœuvres :

1° fermeture brusque de la vanne aval du canal;

2° injection brusque du débit à l'amont du canal;

3° arrêt brusque du débit à l'amont du canal;

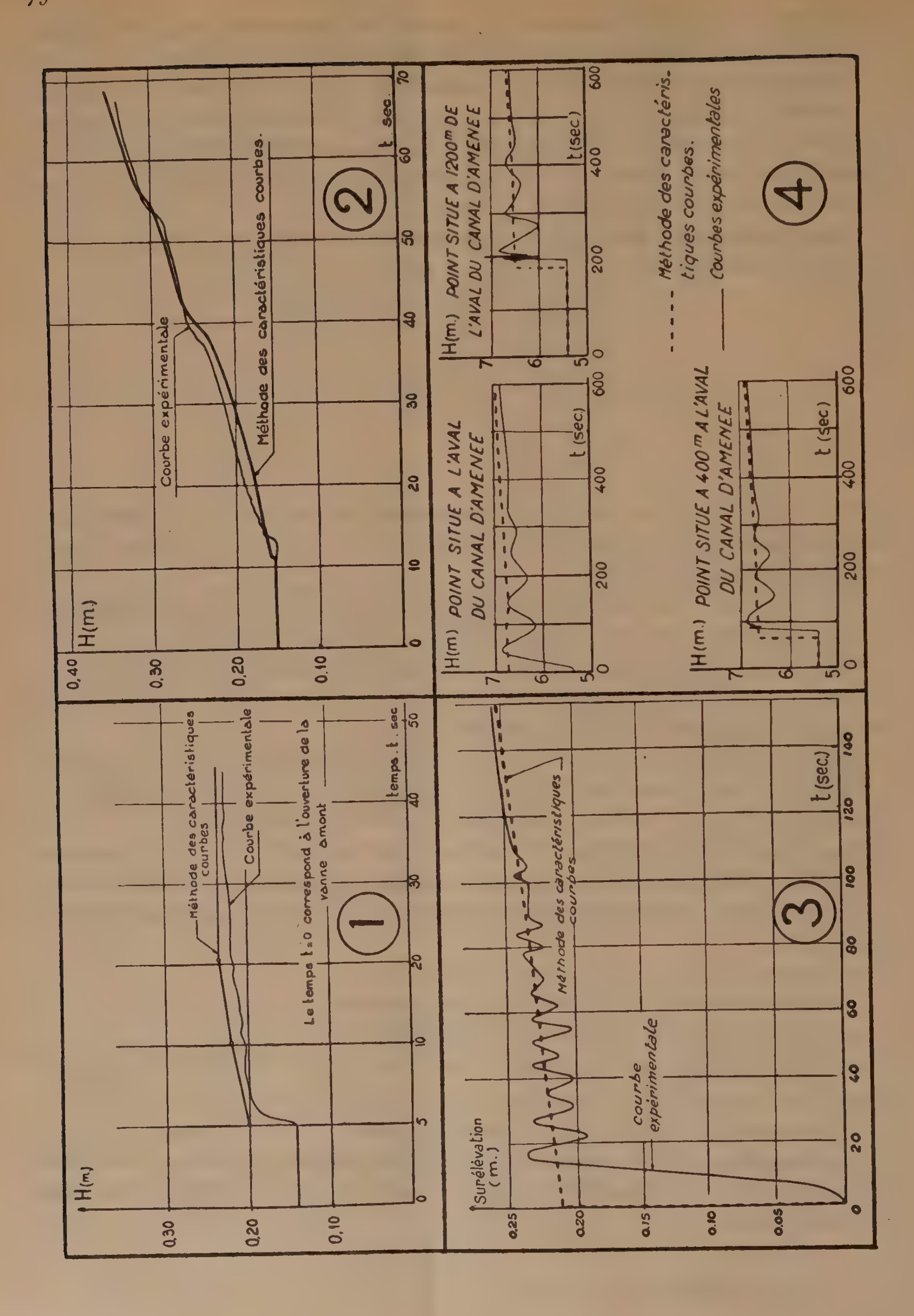
4° fermeture brusque de la vanne aval du canal suivie de sa réouverture, au bout d'un certain temps;

5° fermeture linéaire de la vanne aval du canal.

Pour chacune de ces expériences, les variations du plan d'eau sont enregistrées par l'intermédiaire d'un appareillage de jauges déjà décrit dans une Note antérieure [1].

---

[1] *Comptes rendus*, **234**, 1952, p. 56.



1
H(m.)
0,30
0,20
0,10
Méthode des caractéristiques courbes
Courbe expérimentale
Le temps t=0 correspond à l'ouverture de la vanne amont
temps . t . sec
2
H(m.)
0,40
0,30
0,20
0,10
Courbe expérimentale
Méthode des caractéristiques courbes.
t. sec.
3
Surélévation (m.)
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
courbe expérimentale
Méthode des caractéristiques courbes
t (sec.)
4
H(m.) POINT SITUE A L'AVAL DU CANAL D'AMENEE
H(m.) POINT SITUE A 1200m DE L'AVAL DU CANAL D'AMENEE
H(m.) POINT SITUE A 400m A L'AVAL DU CANAL D'AMENEE
t (sec)
Méthode des caractéristiques courbes.
Courbes expérimentales

La méthode des caractéristiques courbes est appliquée à chacun de ces cas.

La comparaison entre les courbes expérimentales et les courbes déduites des constructions graphiques met en évidence une concordance excellente comme on peut le voir, par exemple, sur les figures 1 et 2 qui correspondent respectivement à l'injection d'un débit à l'amont du canal et à la fermeture linéaire de la vanne aval.

Ces conclusions sont pleinement confirmées par des expériences de déclenchement des turbines réalisées aux usines hydroélectriques de Camon (*fig.* 3) et Valentine, sur la Garonne, et également par des essais effectués sur le modèle réduit du canal d'amenée de la chute de Saint-Christaud en projet sur la Garonne (*fig.* 4).

ASTROPHYSIQUE. — *Nouvelles observations photométriques des taches solaires.* Note de M. **Raymond Michard**, transmise par M. André Danjon.

Sur la base d'une assez vaste série de mesures, on étudie les variations du rapport I'/I de l'intensité lumineuse au centre d'une tache à l'intensité dans la photosphère normale, en fonction de la longueur d'onde, de la distance de la tache au centre du disque solaire, de la grandeur de la tache.

Durant l'été 1950 nous avons obtenu à l'Observatoire de Meudon 250 spectres de taches couvrant le domaine spectral λλ 6700-3200 Å avec un spectrographe Hilger à optique de quartz donnant une dispersion de 12 Å/mm pour $\lambda = 4000$. Le temps de pose était de 3 à 8 s. Sur ces spectres nous avons mesuré pour les six longueurs d'onde 6040, 5452, 4795, 4043, 3659 et 3300 Å le rapport I'/I de l'intensité minimum dans la tache, à l'intensité de la photosphère normale à une distance du centre du disque égale à celle de la tache considérée.

Ces mesures sont sujettes à diverses erreurs systématiques dont les plus importantes sont les suivantes :

— mauvais centrage de la tache sur la fente du spectrographe;

— introduction de lumière photosphérique dans l'image de la tache par diffusion atmosphérique ou instrumentale et turbulence de l'air [1].

Pour remédier à la première cause d'erreur on s'est livré à une sélection sévère des mesures : chaque fois qu'une différence systématique sérieuse apparaissait entre les résultats fournis par différents spectres de la même tache pris le même jour, on a admis que la plus faible valeur de I'/I était seule à retenir, les autres spectres étant faussés par un mauvais centrage de la tache.

Par ailleurs, on a *corrigé* les mesures pour tenir compte de la deuxième cause d'erreur. Pour cela on remarque que la diffusion et la turbulence atmosphérique ont pour effet de répartir la lumière issue d'un point, autour de son

---

(1) *Cf.* Wanders, *Z. Astrophys.*, 8, 1934, p. 108.

image géométrique, suivant une « fonction de diffusion » ψ. L'intensité apparente i en un point de l'image est alors liée à l'intensité réelle I par l'équation intégrale

$$i(x_0, y_0) = \iint_{x,y} I(x, y)\psi(x - x_0, y - y_0)\,dx\,dy. \tag{1}$$

Nous avons déterminé la fonction ψ en comparant le profil *observé* du bord solaire, dont nous avons pris de nombreux spectres en même temps que ceux des taches, avec son profil *réel* tel qu'il résulte des plus récents travaux [2]. La fonction de diffusion étant variable d'un instant à l'autre et d'un point à l'autre du champ, nous avons jugé inutile de la déterminer pour chaque plaque, et avons adopté une fonction moyenne pour l'ensemble de nos observations. Bien entendu la fonction ψ varie fortement avec la longueur d'onde, l'importance des erreurs qu'elle représente croissant du rouge à l'ultraviolet. Nous avons ensuite corrigé les mesures brutes de I'/I au moyen de l'équation (1). Pour cela il faut faire sur la fonction $I'(x, y)$ des hypothèses simplificatrices : on a admis que la tache est elliptique, que l'intensité à l'intérieur de l'ombre est une constante $I'(0, 0)$ et qu'il en est de même de l'intensité dans la pénombre I_p. Remarquons que les simplifications faites conservent les caractères physiques essentiels du problème. La grandeur de la correction dépend beaucoup des dimensions de l'ombre; les résultats deviennent très incertains pour les petites taches et pour les taches voisines du bord.

Dans l'ensemble de nos mesures nous avons sélectionné les plus grandes taches pour chercher à mesurer les variations de I'/I en fonction de l'angle θ de la direction d'observation avec la normale à la surface solaire. Les résultats sont réunis dans le tableau I où les valeurs de I'/I sont les moyennes des observations relatives à quelques taches (2 à 6 taches, 5 à 19 mesures retenues). On voit que le rapport I'/I varie très peu avec $\cos\theta$, ce qui est en accord avec les résultats d'autres auteurs [3]. Notons cependant que l'erreur probable sur les *mesures individuelles* est de l'ordre de 0,10, ou pour les points moyens 0,025 à 0,045.

Tableau I.

Cos θ	0,955	0,87	0,795	0,63	0,485	0,27
6040	0,305	0,30	0,305	0,36	0,33	0,34
5452	0,255	0,235	0,245	0,29	0,285	0,295
4795	0,22	0,19	0,205	0,255	0,255	0,24
4043	0,16	0,145	0,14	0,155	0,15	0,15
3659	0,145	0,065	0,135	0,12	0,08	0,095
3300	0,125	0,06	0,12	0,055	0,055	0,03

(2) Ten Bruggencate, Gollnow et Jäger, *Z. Astrophys.*, 27, 1950, p. 223.

(3) Richardson, *Astrophys. J.*, 78, 1933, p. 369 et 90, 1939, p. 230; Wanders, *Z. Astrophys.*, 10, 1935, p. 15; Wormell, *Month. Not. R. A. S.*, 36, 1936, p. 736.

Nous avons également obtenu la relation statistique entre le rapport I'/I pour λ 4750 Å environ, résultant de la moyenne des valeurs mesurées pour 4043, 4795 et 5452 Å, et l'aire A de l'*ombre* de la tache (exprimée en millionièmes d'hémisphère). Cette relation est donnée dans le tableau II dont chaque nombre est la moyenne des résultats relatifs à plusieurs taches. On voit que la température des taches diminue quand leur surface augmente.

TABLEAU II.

A	17.	27.	35.	46.	58.	83.	133.
$\frac{I'}{I}$	0,49	0,50	0,42	0,35	0,25	0,26	0,15

Le détail de nos observations et un essai d'interprétation théorique actuellement en cours seront publiés ultérieurement.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Tenseurs, dont les éléments sont des matrices de Dirac.* Note (*) de M. **Friedrich L. Bauer**, présentée par M. Louis de Broglie.

Dans la théorie des particules à spin, il y a la possibilité d'écrire les équations d'onde sous une forme tensorielle, avec des coefficients de l'algèbre de Dirac [1].

On y remarque, que l'adjonction d'un quadrivecteur de matrices de Dirac introduit une réductibilité additionnelle, provenant de l'admission d'invariants nouveaux, en forme de produits scalaires avec le quadrivecteur de matrices de Dirac.

Considéré dans cette manière, c'est le problème d'une théorie des invariants sur l'algèbre de Dirac.

Dans un cas spécial, nous avons montré qu'un tenseur à cinq dimensions possède une invariance *symplectique* avec un quadrivecteur de matrices de Dirac [2]. Les détails sont précisés comme suit par un théorème général, qui présente une affinité remarquable entre les caractéristiques du groupe orthogonal de dimension impair et celles du groupe symplectique :

THÉORÈME. — *La caractéristique de la représentation spinorielle* ${}^{2\nu+1}O(m_1+1/2, m_2+1/2, \ldots, m_\nu+1/2)$ *(m_i entier) du groupe orthogonal de dimension* $2\nu+1$, *c'est-à-dire la caractéristique de la représentation principale qui résulte de la fusion* ${}^{2\nu+1}O(m_1, m_2, \ldots, m_\nu)\times{}^{2\nu+1}O(1/2, 1/2, \ldots, 1/2)$ *d'une représentation tensorielle avec la représentation par des matrices généralisées de Dirac (algèbre de Clifford), est le produit des caractéristiques de la représentation* ${}^{2\nu+1}O(1/2, 1/2, \ldots, 1/2)$ *et de la représentation* ${}^{2\nu}Sp(m_1, m_2, \ldots, m_\nu)$ *du* groupe simplectique *en* 2ν *dimensions.*

(*) Séance du 6 octobre 1952.

(1) F. L. Bauer, *Z. Naturforsch.*, 4a, 1949, p. 720.

(2) F. L. Bauer, *Sitz. Ber. Bayr. Akad. d. Wiss*, 1952, p. 111.

La démonstration résulte d'un examen simple des formules pour les caractéristiques des groupes considérés, données déjà par Weyl ([3]) en 1925. La caractéristique de la représentation ${}^{2\nu+1}O(m_1, m_2, \ldots, m_\nu)$ est le quotient

$$\chi = \frac{\xi(l_1, l_2, \ldots, l_\nu)}{\xi(r_1, r_2, \ldots, r_\nu)},$$

d'où ξ est un déterminant spécial, dépendant des variables l_i,

$$l_i = m_i + r_i, \quad r_i = \nu + \frac{1}{2} - i.$$

Alors on a pour la représentation ${}^{2\nu+1}O(m_1 + 1/2, m_2 + 1/2, \ldots, m_\nu + 1/2)$

$$\chi = \frac{\xi\left(l_1 + \frac{1}{2}, l_2 + \frac{1}{2}, \ldots, l_\nu + \frac{1}{2}\right)}{\xi(r_1, r_2, \ldots, r_\nu)} = \frac{\xi\left(l_1 + \frac{1}{2}, l_2 + \frac{1}{2}, \ldots, l_\nu + \frac{1}{2}\right)}{\xi\left(r_1 + \frac{1}{2}, r_2 + \frac{1}{2}, \ldots, r_\nu + \frac{1}{2}\right)} \frac{\xi\left(r_1 + \frac{1}{2}, \ldots, r_\nu + \frac{1}{2}\right)}{\xi(r_1, r_2, \ldots, r_\nu)}$$

Évidemment, le second quotient est la caractéristique de la représentation ${}^{2\nu+1}O(1/2, 1/2, \ldots, 1/2)$.

Mais, la caractéristique de la représentation ${}^{2\nu}Sp(m_1, m_2, \ldots, m_\nu)$ du groupe symplectique est donnée par le même déterminant ξ sous la forme

$$\chi' = \frac{\xi(l'_1, l'_2, \ldots, l'_\nu)}{\xi(r'_1, r'_2, \ldots, r'_\nu)},$$

d'où maintenant

$$l'_i = m_i + r'_i, \qquad r'_i = \nu + 1 - i,$$

c'est-à-dire

$$l'_i = l_i + \frac{1}{2}, \qquad r'_i = r_i + \frac{1}{2}.$$

La concordance avec le premier quotient est évidente.

Le théorème indique que les transformations de spin orthogonales sont isomorphes aux transformations symplectiques de l'algèbre de Clifford.

En particulier, dans les équations d'onde pour particules à spin demi-entier, les fonctions d'onde forment toujours un tenseur symplectique avec des coefficients de l'algèbre de Dirac.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Sur une possibilité de généralisation covariante de la théorie du couplage intermédiaire*. I. Note de M. **Maurice Jean**, présentée par M. Louis de Broglie.

Pour servir de base à une généralisation covariante de la théorie du couplage intermédiaire de Tomonaga, une équation est proposée qui redonne, lorsqu'on la résout par une méthode de perturbation, les résultats bien connus de la méthode de Feynman pour un nucléon libre.

([3]) H. Weyl, *Math. Zeits.*, 23, 1925, p. 271 ff.

Malgré des accords qualitatifs prometteurs, l'interprétation des résultats expérimentaux sur les mésons π à l'aide de la théorie mésique pseudo-scalaire est rendue délicate par le fait qu'on est conduit à admettre que la constante de couplage, f, n'est pas petite, alors que les calculs habituellement effectués reposent sur l'hypothèse du couplage faible ([1]). Pour tourner cette difficulté S. I. Tomonaga ([2]) a proposé une théorie du couplage intermédiaire qu'il a appliquée au nucléon libre dans le cas du méson scalaire en négligeant le recul. Dans cette approximation on tient compte d'une manière complète du nuage de mésons qui entoure le nucléon « nu », mais on néglige complètement les paires nucléon-antinucléon. Une tentative, faite par P. T. Matthews et A. Salam ([3]) et indépendamment par l'auteur pour traiter le problème d'une manière relativiste, s'est heurtée à la difficulté d'introduire simplement les paires. C'est une autre possibilité d'approche formelle de ce problème, utilisant les méthodes covariantes de Feynman-Dyson, que nous présentons ici.

Soit $S'_F(p)$ le noyau de Feynman ([4]) décrivant l'évolution du nucléon « physique » libre, c'est-à-dire le nucléon « nu » accompagné du nuage de mésons et de paires qui constitue son champ propre. Dyson a montré qu'il obéit à l'équation ([5]).

$$S'_F(p) = S_F(p) + S_F(p)\,\Sigma^\star(p)\,S'_F(p), \tag{1}$$

dont on tire

$$\{\mathbf{p} - M_0 - \Sigma^\star(p)\}\,S'_F(p) = 1. \tag{2}$$

La fonction d'ondes $\Psi(p)$ décrivant, selon la méthode covariante de perturbation, le nucléon « physique » libre vérifie donc l'équation

$$\{\mathbf{p} - M_0 - \Sigma^\star(p)\}\,\psi(p) = 0, \tag{3}$$

qui contient les effets de l'interaction du nucléon avec son champ propre par l'intermédiaire de l'opérateur $\Sigma^\star(p)$ qui se présente sous la forme d'une série de puissances de f^2. Lorsqu'on analyse la structure de cet opérateur, en comparant aux méthodes non covariantes de perturbation, on constate que, si l'on néglige la contribution des « closed loops » ([6]), les autres effets des paires étant inclus, l'équation (3) est la solution, à l'approximation du couplage

---

([1]) *Voir* ([3]).

([2]) *Prog. Théor. Phys.*, 2, 1947, p. 6.

([3]) *Phys. Rev.*, 86, 1952, p. 715.

([4]) *Phys. Rev.*, 76, 1949, p. 749. Nos notations sont celles de Feynman, sauf pour les facteurs de propagation que nous désignons par $S_F(p) = (\mathbf{p} + M_0)(p^2 - M_0 + i\delta)^{-1}$ et $D_F(q) = (q^2 - \mu^2 + i\delta)^{-1}$. L'opérateur O est le produit de $f(2\pi)^{-\frac{3}{2}}$ par 1 dans le cas scalaire et par γ_5 dans le cas pseudoscalaire.

([5]) F. J. Dyson, *Phys. Rev.*, 75, 1949, p. 1736. $\Sigma^\star(p)$ est défini p. 1747.

([6]) M. Gell-Mann et M. L. Goldberger, *Bull. Amer. Phys. Soc.*, 27, 1952, p. 42, indiquent l'utilisation de cette approximation.

faible, d'une équation plus générale que nous écrirons

$$(4) \qquad \{\mathbf{p} - \mathrm{M}_0\} \Psi(p) = \int dk\, \mathrm{D}_\mathrm{F}^{\frac{1}{2}}(k)\, \mathrm{O} \{ a(k)\Psi(p-k) + a^\star(k)\Psi(p+k) \}.$$

Les opérateurs $a(q)$ et $a^\star(q)$ satisfont à la relation de commutation $[a(q), a^\star(q')] = \delta(q-q')$ et opèrent sur le vecteur $\Psi(p)$ qui décrit maintenant le nucléon « physique ». La représentation dans laquelle l'opérateur $\int a^\star(k)\, a(k)\, dk$ est diagonal peut se construire par une extension formelle de la méthode de R. Becker et C. Leibfried [7]. Les vecteurs de base sont alors :

$$(5) \qquad |\mathrm{Q}_m\rangle = |q_1 q_2 \ldots q_m\rangle = (m!)^{-\frac{1}{2}} a^\star(q_1)\, a^\star(q_2) \ldots a^\star(q_m) |0\rangle,$$

où le vecteur $|0\rangle$ est défini par $a(q)|0\rangle \equiv 0$. On a alors les relations

$$(6) \qquad \begin{cases} a^\star(q_r)|\mathrm{Q}_m\rangle = (m+1)^{\frac{1}{2}} |q_r \mathrm{Q}_m\rangle, \\ a(q_r)|\mathrm{Q}_m\rangle = m^{-\frac{1}{2}} \sum_j \delta(q_r - q_j) |\mathrm{Q}_m, -q_j\rangle, \end{cases}$$

où $|\mathrm{Q}_m, -q_j\rangle$ est l'abréviation de $|q_1 \ldots q_{j-1} q_{j+1} \ldots q_m\rangle$. A l'aide des relations (5) et (6), et en désignant par $\Psi(p; \mathrm{Q}_m) = \langle \mathrm{Q}_m | \Psi(p) \rangle$ les composantes (fonctions d'ondes) du vecteur $\Psi(p)$, on transforme l'équation (4) en système infini d'équations couplées :

$$(7) \qquad \{\mathbf{p} - \mathrm{M}_0\} \Psi(p; \mathrm{Q}_m) = m^{-\frac{1}{2}} \sum_{j=1}^{m} \mathrm{O}\, \mathrm{D}_\mathrm{F}^{\frac{1}{2}}(q_j)\, \Psi(p + q_j; \mathrm{Q}_m, -q_j)$$
$$+ (m+1)^{\frac{1}{2}} \int dq_{m+1}\, \mathrm{O}\, \mathrm{D}_\mathrm{F}^{\frac{1}{2}}(q_{m+1})\, \Psi(p - q_{m+1}; \mathrm{Q}_m q_{m+1}).$$

Lorsqu'on résout ce système par une méthode de perturbation on est alors ramené à l'équation (3). Le système (7) présente une analogie formelle avec celui qu'utilise Tomonaga et semble justiciable des mêmes méthodes. C'est lui, ou l'équation (4) qui lui est équivalente, que nous considérerons comme point de départ d'une possible théorie covariante du couplage intermédiaire [8].

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Étude des électrons de conversion du* $^{231}_{91}\mathrm{Pa}$.
Note de M. **Paul Falk-Vairant**, présentée par M. Frédéric Joliot.

On donne la liste des raies électroniques de conversion, mesurées avec un spectrographe semi-circulaire, et les rayonnements γ qu'on peut en déduire.

L'étude des électrons de conversion accompagnant la transmuta-

---

[7] *Phys. Rev.*, 69, 1946, p. 34.

[8] Nous sommes redevable à M. J. Prentki d'une intéressante discussion sur ce problème.

tion $^{231}_{91}Pa$ $^{227}_{89}Ac$ a été faite par L. Meitner [1] et E. Haggstrom [2] dans le domaine d'énergie de 75 à 320 keV. Nous avons repris cette étude au moyen d'un spectrographe semi-circulaire à aimant permanent [3] dans le domaine d'énergie de 10 à 400 keV.

La source de 9.10^{-3} mg de Pa a été préparée par M. G. Bouissières, par dépôt spontané d'une solution fluorhydrique [4] sur un support de Be de 10 mm $\times$ 1 mm. Le détecteur est constitué par des plaques à émulsion nucléaire Ilford G_5; les raies sont observées par le noircissement total et non par les traces individuelles.

Bien que l'intensité de la source soit 60 fois moins intense que celle employée par L. Meitner, le fait, d'une part, que la source est constituée de Pa pur, et d'autre part que le détecteur a une sensibilité passablement plus grande, a permis de mettre en évidence un grand nombre de raies nouvelles.

Nous avons fait quatre poses de 15 jours chacune avec des champs magnétiques de 412,6, 293,6, 198,2 et 134,3 œrsteds.

Nous donnons ci-dessous la liste des raies obtenues et leur interprétatiou possible.

Les intensités relatives sont très approximatives du fait qu'elles sont mesurées visuellement et qu'on ne connaît pas avec précision la loi de noircissement des plaques en fonction de l'énergie des particules. La précision sur la détermination de l'énergie est de 2 à 4 % pour les raies peu intenses ($i \leqq 2$) et de 1 à 2 % pour les autres.

Sur les tableaux I et II on doit faire les remarques suivantes :

a. La précision des mesures ne permet pas de distinguer certains sous-niveaux L, M, N. Pour ces niveaux nous n'avons pas marqué d'indice.

b. Les raies de 170 et 135 keV paraissent diffuses sur les clichés et pourraient être formées de deux raies d'énergie voisine.

c. L'interprétation des raies de très basse énergie présente une sérieuse ambiguïté. En effet, les raies de 24,9 et 20,0 keV pourraient être dues à la conversion dans les couches N et M_1 du rayonnement de 27 keV [5], mais la raie de 20,0 keV peut également correspondre à la raie L_{II} du photon de 38,0 keV. Un travail est actuellement en cours pour essayer de mesurer les raies de conversion du rayonnement de 27 keV dans la couche L.

---

(1) *Z. f. Phys.*, 50, 1928, p. 15.

(2) *Phys. Rev.*, 62, 1942, p. 144.

(3) J. Surugue, *Ann. Phys.*, 8, 1937, p. 484.

(4) Mme Camarcat, G. Bouissières et M. Haissinsky, *J. Chim. Phys.*, 46, 1949, p. 153.

(5) Riou, *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 1157.

TABLEAU I.

Raies de conversion de Pa → Ac.

Hρ (gauss/cm).	Énergie des électrons (KeV).	Intensité relative.	Niveau.	Énergie du rayonnement γ (KeV).
2 250	* 335	1	L	357
2 195	324	1	M	331
2 140	311	10	L	331
2 080	296	7	M	301
2 015	281	20	L	301
1 997	276	5	K	383
1 884	251	10	K	357
1 825	* 238	5	L	259
1 764	225	60	K	331
1 619	194	100	K	301
1 537	* 177	5	L	198
1 504	* 170	5	–	–
1 412	* 152	10	K	259
1 319	* 135	5	–	–
1 265	* 125	1	–	–
1 098	96,9	2	M	102
1 065	* 91,5	1	K	198
1 030	86,1	2	L_{III}	102
1 010	83,0	2	L_{II}	102
996,0	80,6	1	N	82,2
973,5	* 77,5	–	M	82,2
870,4	* 62,3	–	L_{I}	82,2
839,1	* 59,0	–	M	63,5
790,0	* 52,2	–	M	56,9
751,6	* 47,5	–	L_{III}	63,5
724,6	* 44,3	–	L_{II}	53,5
696,8	* 41,1	–	L_{III}	56,9
666,5	* 37,7	–	L_{II}	56,9
621,0	* 32,9	–	M	38,0
576,0	* 28,4	–	M	33,6
538,0	* 24,9	–	–	–
506,8	* 22,1	–	L_{III}	38,0
481,7	* 20,0	–	–	–
456,7	* 18,0	–	L_{I}	38,0
398,5	* 13,8	–	L_{I}	33,6

* Raies nouvelles.

TABLEAU II. — *Rayonnement* γ *de* Pa → Ac.

Rayonnement keV.	Raies électroniques trouvées keV.	Rayonnement keV.	Raies électroniques trouvées keV.
*383	K	102	L_{II}, L_{III}, M
*357	K, L	*82,3	L_{I}, M, N
331	K, L, M	*63,5	L_{II}, L_{III}, M
301	K, L, M	*56,9	L_{II}, L_{III}, M
*259	K, L	38,0	L_{I}, L_{III}, M
*198	K, L	*33,6	L_{I}, M

* Rayonnements nouveaux.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur une méthode de dosage chimique des rayons* γ *en présence de neutrons lents*. Note de Mme **MADELEINE CORVAL**, MM. **ADOLPHE CHAPIRO** et **CHARLES COUSIN**, présentée par M. Frédéric Joliot.

Dans une Note précédente (1) l'un de nous a montré qu'il était possible de mesurer le nombre de radicaux libres produits par les rayons γ dans un liquide organique en irradiant une solution de 1.1-diphényl 2-picrylhydrazyle (DPPH) dans le liquide considéré et en suivant colorimétriquement la disparition de ce radical au cours de l'irradiation. Dans le présent travail, nous avons étendu cette méthode au cas d'un rayonnement composé à la fois de rayons γ et de neutrons lents tel qu'il existe à l'intérieur des piles atomiques. Rappelons que si l'on soumet un liquide organique à l'action des neutrons lents, les radicaux libres formés sont essentiellement dus à la capture des neutrons par certains atomes (réaction de Szilard-Chalmers) et aux réactions secondaires auxquelles cette capture donne naissance (2). La méthode que nous proposons pour mesurer l'effet chimique des rayons γ en présence de neutrons lents consiste à comparer la radiolyse d'un composé organique avec celle de son homologue perdeutéré. Si le composé « lourd » choisi ne contient que des atomes C, O et D dont la section efficace de capture pour les neutrons lents est négligeable, tous les radicaux libres formés seront attribuables à l'action des rayons γ. Dans le composé « léger », l'effet chimique mesuré sera dû à la somme des deux rayonnements en présence. La différence des deux mesures donne donc la contribution des neutrons lents.

Ce raisonnement suppose que les effets chimiques de deux rayonnements s'ajoutent lorsque ces rayonnements agissent simultanément. L'additivité de

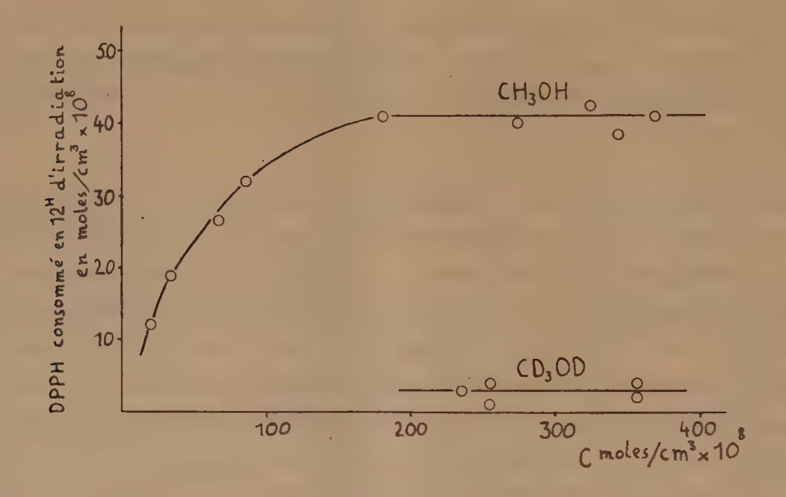
(1) A. CHAPIRO, *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 792.
(2) *Voir* Y. LANDLER. *Thèse*, Paris, 1952 (à paraître *J. Chim. Phys.*).

effets chimiques des rayons γ et α a été trouvée par N. Miller ([3]). Il semble cependant que cette propriété n'est plus vérifiée pour de très fortes intensités ([4]).

Deux séries d'expériences ont été effectuées à la pile de Châtillon.

La première série d'irradiations a été faite en juin et octobre 1951 dans un canal thermique de la pile avec un flux de neutrons de 7.10^9 n/cm²/s et en utilisant le couple méthanol-méthanol [D_4] ([5]). Chaque irradiation était accompagnée d'une expérience témoin non irradiée, car le méthanol réagit lentement avec le DPPH sans irradiation.

Les résultats sont représentés sur la figure. La courbe représente la vitesse de consommation du DPPH en fonction de la concentration initiale C de la solution. La forme de la courbe pour le méthanol montre que pour les



solutions peu concentrées, le DPPH ne capte pas tous les radicaux libres formés. Une interprétation cinétique de la réaction qui rend compte de la forme de ces courbes a été proposée récemment ([6]). Dans le domaine de concentrations où la vitesse est indépendante de la concentration initiale, la consommation de DPPH après 12 heures d'irradiation est de 41 ± 2.10^{-8} moles/cm³ dans le méthanol et 3 ± 2.10^{-8} moles/cm³ dans le méthanol [D_4]. Ces résultats sont déjà corrigés en tenant compte de la réaction parasite du DPPH avec le méthanol qui consomme 5 à 8.10^{-8} moles/cm³ pendant la même durée. L'im-

---

([3]) Communication privée (à paraître).

([4]) J. Wright, *Discuss. Farad. Soc.* « *Radiation Chemistry* » *Leeds*, avril 1952 (à paraître).

([5]) La préparation des composés perdeutérés utilisés ici fera l'objet d'une publication ultérieure.

([6]) A. Chapiro, *Discus. Farad. Soc.* « *Radiation Chemistry* » *Leeds*, avril 1952 (à paraître).

portance de cet effet parasite par rapport à l'effet de l'irradiation nous a conduit à utiliser un autre composé qui ne réagit pas avec le DPPH.

La deuxième série d'irradiations a été faite en juin-juillet 1952 dans le canal central de la pile avec un flux de neutrons de $12,6.10^9$ n/cm²/s en utilisant le couple acétate de méthyle-acétate de méthyle [D_6] ([5]).

La consommation de DPPH après 12 h d'irradiation était de 99 ± 3.10^{-8} moles/cm³ dans l'acétate de méthyle et de 26 ± 2.10^{-8} moles/cm³ dans l'acétate de méthyle [D_6].

En comparant ces valeurs avec nos résultats antérieurs obtenus avec les rayons γ du radium ($0,16.10^{-8}$ moles de DPPH consommés par rœntgen dans le méthanol [D_4] et $0,21.10^{-8}$ moles/rœntgen dans l'acétate de méthyle [D_6]) on voit que l'effet chimique des rayons γ de la pile correspond à un rayonnement du radium d'une intensité de $2,6 \pm 1,7$ r/m pour le canal thermique étudié et de $17 \pm 1,3$ r/m pour le canal central de la pile. Ces résultats ne sont donnés qu'à titre indicatif, l'intensité du rayonnement γ de la pile pouvant varier avec le temps, en particulier en raison de l'accumulation des produits de fission. Des expériences sont prévues pour compléter ces données et étudier la distribution des intensités du rayonnement γ à l'intérieur de la pile.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la décomposition catalytique de l'oxyde de carbone par le fer réduit électrolytiquement à basse température.* Note de MM. **Bernard Fleureau** et **André Sancelme**, présentée par M. Pierre Jolibois.

La décomposition de l'oxyde de carbone en présence de fer a été étudiée par de nombreux auteurs, parmi lesquels Boudouard peut être considéré comme le précurseur ([1]).

La réaction s'écrit globalement : $2\,CO \rightarrow CO_2 + C$.

Plusieurs hypothèses ont été proposées pour l'expliquer, nous ne les discuterons pas ici.

L'oxyde de carbone chauffé jusqu'à 1200° en l'absence de catalyseur ne se décompose pas. Par contre, la présence de fer, nickel ou cobalt, même en très faible quantité (1/10ᵉ de milligramme), mais seulement à l'état métallique, catalyse cette décomposition ([2]). Nous avons vérifié ces deux faits.

L'appareil, déjà utilisé par l'un de nous ([3]), permet d'enfermer et de faire circuler une quantité connue de gaz sur le catalyseur. Le gaz carbonique formé est absorbé sur de la potasse. L'évolution de la réaction est

(1) Boudouard, *Ann. Chim. Phys.*, 7ᵉ série, 24, 1901, p. 5-85.

(2) F. Olmer, *Thèse*, Université de Strasbourg, 1941.

(3) P. Jolibois et B. Fleureau, *Comptes rendus*, 232, 1951, p. 1272.

suivie par la mesure de la pression du gaz résiduel. Nous avons toujours opéré dans les mêmes conditions : loi de chauffe linéaire, 250° à l'heure; même quantité de fer, 10 mg.

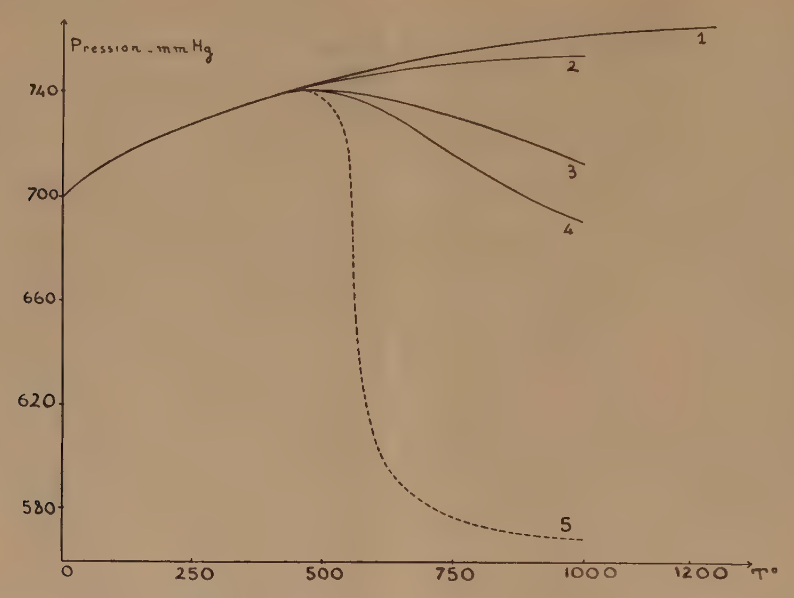


Fig. 1. — Dilatation de CO (sans décomposition) (1); dilatation de CO (avec décomposition) en présence de fer réduit à 1200° (2), 1000° (3), 275° « pyrophorique » (4) et de fer réduit électrolytiquement (5).

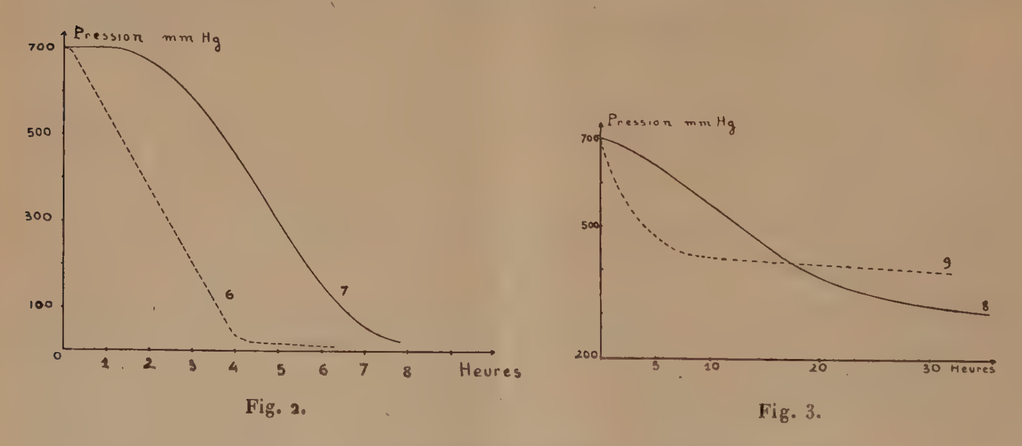


Fig. 2. — Décomposition isotherme de CO à 500° sur le fer réduit électrolytiquement (6); sur le fer réduit à 1000° (7).

Fig. 3. — Décomposition isotherme de CO à 745° sur le fer réduit électrolytiquement (9); sur le fer réduit à 1000° (8)

Les catalyseurs ont été préparés par réduction par l'hydrogène d'oxyde de fer Fe_2O_3, à différentes températures depuis 1200° jusqu'à 275° où l'on obtient du fer pyrophorique.

La comparaison des courbes 2, 3 et 4 montre que la décomposition

de CO est d'autant plus rapide que le catalyseur a été préparé à plus basse température. Toutefois, les différences de vitesse de réaction sont faibles.

A la suite de ces résultats, il nous a paru intéressant d'utiliser le fer réduit obtenu par voie électrolytique selon une technique décrite par l'un de nous [4].

L'oxyde de fer Fe_2O_3 est réduit directement à la température ordinaire par l'hydrogène cathodique dans une solution diluée de soude. Dans une Note précédente [5], nous avons montré que de telles réductions se font à l'état solide par enlèvement d'oxygène de la molécule d'oxyde; le corps réduit conservant sensiblement le volume du composé initial est, de ce fait, très poreux.

Ce fer, utilisé comme catalyseur, provoque, entre 450 et 600°, une décomposition beaucoup plus rapide (courbe 5) que le fer obtenu habituellement par voie thermique, même pyrophorique. Elle ne commence, en effet, qu'à 450° comme dans les autres cas et au delà de 600°, la vitesse de la réaction est également comparable à celle des autres essais.

En opérant à température constante : 500°, la décomposition est immédiate et pratiquement totale après 4 h (courbe 6), alors qu'avec le fer réduit par voie normale, la décomposition est beaucoup plus lente et est précédée d'une longue période d'induction (courbe 7).

A température constante supérieure à 600°, par exemple 745°, la vitesse de décomposition diminue et le fer réduit électrolytiquement perd peu à peu ses propriétés, à tel point qu'après 6 h la réaction devient même plus lente qu'avec le fer réduit à 1000° (courbes 8 et 9).

Le fer réduit électrolytiquement à basse température apparaît donc comme un catalyseur remarquable à condition de limiter son emploi à 600° environ. Nous expliquons la perte de ses propriétés catalytiques à haute température par un phénomène de frittage d'autant plus marqué que le fer était initialement sous un état plus divisé. Ce fait avait déjà été constaté par Sauerwald à 580° pour la poudre de fer obtenue par réduction thermique dans l'hydrogène [6].

Notons, à ce propos, qu'il est possible de l'obtenir à l'état de finesse voulue en partant d'un oxyde convenablement broyé. En outre, le fer préparé électrolytiquement par réduction à basse température est peu oxydable à l'air, donc d'un emploi facile.

---

[4] A. Sancelme, *J. Chim. Phys.*, 49, nos 7-8, 1952, p. C 119.

[5] P. Jolibois, et A. Sancelme, *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 1007.

[6] Sauerwald, *Z. Elektroch.*, 29, 1923, p. 79 et 30, 1924, p. 176.

MÉTALLOGRAPHIE. — *Sur un procédé permettant de s'affranchir des ondes parasites dans le sondage ultrasonoscopique des pièces métalliques.* Note (*) de M. **Louis Beaujard**, présentée par M. Albert Portevin.

Il est montré que les échos parasites sont dus aux ondes superficielles qui passent directement du palpeur émetteur au palpeur récepteur. Une intégration photographique permet d'éliminer ces échos, pour ne garder que les échos des défauts.

On sait que le sondage ultrasonoscopique peut être opéré suivant des procédés divers. Des études ont été faites au moyen de l'appareil Hughes [1] fonctionnant par échos et qui possède un palpeur émetteur et un palpeur récepteur. Lorsque les palpeurs droits sont placés côte à côte sur la section droite d'un produit long de faible section (coupon de rail, par exemple), on observe que le premier tiers de l'oscillogramme est brouillé par des échos parasites très mobiles suivant la position des palpeurs, tels que ceux qui sont montrés par l'oscillogramme de la figure 1. Cette anomalie a déjà été signalée par Hanstock [2] qui l'attribue à la propagation d'une onde de surface du palpeur émetteur au palpeur récepteur et à ses nombreux échos sur les parois de la pièce en examen. Bastien et ses collaborateurs [3] ont pu montrer que, dans d'autres cas, ces échos parasites étaient dus à la structure cristalline du métal, où la dimension moyenne du grain était égale à un multiple d'une demi-longueur d'onde des ultrasons. Cette dernière explication ne peut s'appliquer ici, car la longueur d'onde utilisée est de 2,5 mm et bien supérieure à la dimension moyenne du grain des aciers examinés. D'autre part, les échos dus à une relation entre la dimension des grains et la longueur d'onde des ultrasons, sont modifiés par le changement de leur fréquence, ce qui n'a pas lieu ici.

Les deux expériences suivantes permettent de penser qu'il s'agit, dans notre cas, de manifestations dues à la présence d'ondes superficielles :

a. si les deux palpeurs sont assez écartés (1 cm environ), la simple pression du doigt sur la portion de métal située entre eux affaiblit les échos parasites, car les ondes superficielles sont amorties par le contact du doigt;

b. les ondes superficielles peuvent être arrêtées par un trait de scie peu profond entaillant la surface métallique située entre les palpeurs.

(*) Séance du 6 octobre 1952.

(1) Desch, Sproule et Dawson, *J. Iron and Steel Inst.*, 153, 1946, p. 319.

(2) Hanstock, *The non destructive testing of metals*, The Institute of metals, Londres, 1951, p. 57.

(3) Bastien, Bleton et de Kerverseau, *Revue de Métallurgie*, 47, 1950, p. 421.

L'oscillogramme de la figure 2, pris dans ces conditions, montre bien l'absence des échos parasites remarqués sur la figure 1.

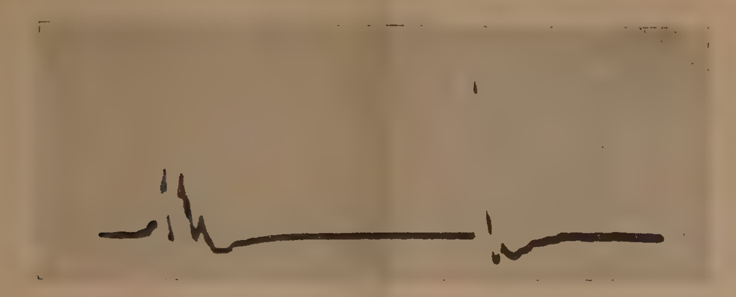


Fig. 1. — Présence d'échos parasites.

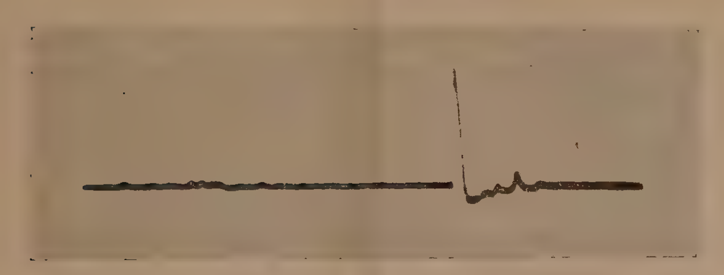


Fig. 2. — Trait de scie entre les deux palpeurs. Absence des échos parasites.

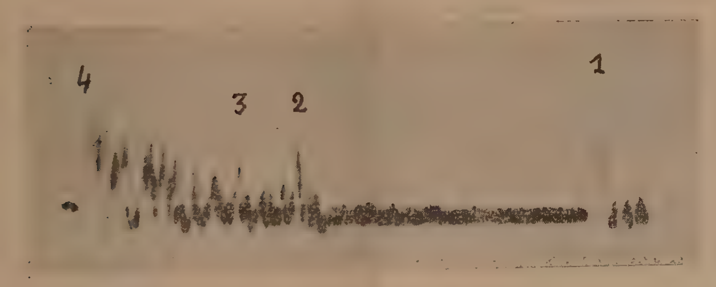


Fig. 3. — 1, écho de fond; 2 et 3, échos; 4, top de départ. Pose : 1/25e de seconde.

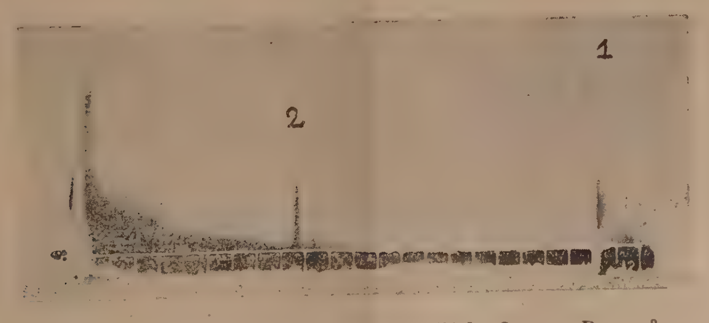


Fig. 4. — Palpeurs en mouvement. Seul l'écho 2 reste. Pose : 30 s.

Lorsque des discontinuités internes sont présentes dans la pièce à explorer, l'écho qu'elles fournissent peut être masqué par ces échos supplé-

mentaires. De même, ceux-ci peuvent quelquefois être confondus avec des échos de défauts. C'est ce que montre l'oscillogramme de la figure 3 pris au 1/25e de seconde, où les échos 2 et 3 ont une égale importance. Si nous profitons du pouvoir d'intégration de la plaque photographique, nous nous affranchissons des échos parasites. Pour cela, nous effectuons une pose de 30 s, en déplaçant faiblement et continuellement les palpeurs. Les échos parasites, mobiles en position et intensité, forment sur la plaque un brouillard continu, alors que les échos de défauts, plus constants, sont nettement marqués. C'est ce que montre l'oscillogramme de la figure 4, pris sur la même pièce que celui de la figure 3. L'écho 2 est donc bien l'écho d'un défaut alors que l'écho 3 est un écho parasite. En effet, on ne le retrouve plus sur l'oscillogramme.

Nous pensons que le même résultat d'intégration pourrait être obtenu par l'emploi d'un oscillographe cathodique dont l'écran serait doué d'une grande rémanence lumineuse. C'est le montage que nous essayons actuellement de réaliser.

LIMNOLOGIE. — *Influence du Rhône sur l'état thermique du Lac Léman.* Note (*) de M. **Bernard Dussart** et Mlle **Marysette Suchet**, transmise par M. Pierre-P. Grassé.

Au cours du mois de mai 1952, des conditions météorologiques exceptionnelles ont permis des recherches thermiques opérées simultanément en deux points éloignés du lac. Ces recherches ont eu pour but de déterminer dans quelle mesure les eaux fluviales du Rhône modifiaient, au moment des crues printanières, la stratification thermique du lac.

A cet effet, des prises de température ont été effectuées en deux points situés aux deux extrémités du grand lac, toutes les heures, tous les mètres, de 0 à 40 m et tous les 10 m au-dessous de cette profondeur, au moyen de deux électrothermomètres à thermistor Metrix (Annecy) (au total, 1143 lectures). Les deux bateaux utilisés pour ces recherches ont été maintenus fixés, par ancrage, au point fixe S. R. L. III, situé au large de Thonon, Rolle et Yvoire et par repérage sur la côte au point fixe S. R. L. IV, situé entre Saint-Gingolph et Vevey. Les données recueillies sont résumées dans le tableau ci-contre :

De ces données, on peut déduire les conclusions suivantes :

1° En un point donné, la température des eaux du lac se maintient à peu près stable au cours d'une journée. La période d'éventuelles seiches internes est trop grande (un peu plus de quatre jours), pour être mise en évidence en 10 h d'observations continues seulement. Il convient cepen-

(*) Séance du 29 septembre 1952.

dant de signaler les variations assez importantes des conditions de température en profondeur vers 12 h aussi bien vers 10 m que vers 70 m de profondeur au point IV et seulement au-dessous de 30 m au point III.

2° Une nette différence existe entre les données recueillies au point III et celles du point IV. En ce dernier point, il faut attribuer à l'influence des eaux du Rhône (dont la température est d'environ 9,5° C à cette époque) le relèvement des isothermes 10, 11 et 12° par rapport à leur position au point IV, ainsi que l'approfondissement des isothermes 9, 8 et 7°.

Le Rhône amène donc, vers 9, 10°, des eaux à cette température, eaux qui, une fois partiellement mélangées avec les eaux chaudes de surface, à leur arrivée dans le lac, atteignent 10-11° et stagnent à 15-25 m de profondeur.

Isothermes.

Point S. R. L. (III).

T	Profondeur en mètres.										
(°C).	8 h.	9 h.	10 h.	11 h.	12 h.	13 h.	14 h.	15 h.	16 h.	17 h.	18 h.
16...	–	–	–	–	0,15	0,40	0,5	–	–	–	–
15...	–	–	0,0	0,7	1,0	1,0	1,1	1,0	0,0	0,4	1,2
14...	4,5	3,6	3,0	2,5	3,5	3,80	4,0	4,0	4,2	3,7	3,1
13...	5,0	5,10	4,5	4,3	4,5	5,5	5,30	6,0	6,0	6,2	6,0
12...	8,8	8,5	7,5	7,5	6,8	7,0	6,5	7,5	7,7	9,0	9,3
11...	18,8	22,6	22,5	22,5	21,8	20,0	19,2	18,5	20,2	20,0	18,5
10...	29,9	29,9	29,3	28,8	28,5	28,4	27,2	27,3	27,5	26,9	27,5
9...	32,6	32,0	32,0	31,1	30,3	29,1	28,4	28,8	29,6	28,9	29,8
8...	34,0	33,6	32,6	32,5	32,0	29,6	32,0	30,1	31,0	30,5	33,0
7...	34,9	34,2	34,0	34,4	38,0	34,2	37,0	36,2	36,9	34,7	35,9
6...	60,0	59,0	57,0	55,0	63,0	54,0	60,0	56,0	57,0	58,2	58,1

Point S. R. L. (IV).

	Profondeur en mètres.										
	8 h 15.	9 h.	10 h.	11 h.	12 h.	13 h	14 h 10.	15 h.	16 h.	17 h.	17 h 45.
16...	–	–	–	–	–	1,70	0,50	0,50	0,80	0,80	0,5
15...	–	–	1,3	1,10	1,10	3,0	1,10	1,10	1,20	1,25	1,25
14...	–	1,0	2,0	2,50	2,30	4,5	1,80	4,0	2,0	2,70	2,80
13...	1,80	1,80	3,0	3,3	3,80	5,6	2,40	5,10	3,30	4,20	3,60
12...	2,50	2,50	5,0	8,0	5,90	8,3	5,20	6,70	8,20	9,20	11,40
11...	15,80	12,50	11,8	14,0	8,70	17,1	13,75	12,0	13,75	13,20	14,50
10...	22,0	23,20	24,0	28,2	27,5	26,8	26,6	25,8	26,2	26,0	25,5
9...	28,2	28,75	30,7	34,3	31,9	29,8	30,1	29,5	29,3	29,5	28,2
8...	33,75	33,75	35,6	37,2	37,2	38,0	31,5	32,3	31,75	31,7	33,20
7...	43,0	42,0	44,5	46,5	46,80	47,0	38,75	41,2	40,0	40,0	38,75
6...	55,0	54,0	60,0	62,5	77,0	68,0	58,50	58,0	58,0	57,5	55,5

Ces observations sont confirmées en les comparant aux données recueillies simultanément sur le débit du Rhône. Variable suivant l'heure, ce débit, d'environ 234 m³/s, présentait, le 28 mai 1952, une pointe à 9 h, avec un débit de 280 m³/s, pointe correspondant au maximum journalier de débit du Rhône. Or, en décalant dans le temps, de 3 h, la courbe des variations de débit du Rhône, on trouve, *grosso modo*, la courbe isotherme 11° ou l'isotherme 6° renversée ! Ceci tend à montrer que le lac enregistre, même à 4,500 km de son embouchure, les variations de débit du Rhône, avec cependant un décalage d'environ 3 h.

Ces observations réfutent l'opinion de Gorceix et Kreitmann [1] qui voulaient voir le Rhône coulant au fond ou se mélangeant rapidement avec les eaux lémaniques; s'il y a mélange, celui-ci n'est que partiel et n'intéresse que les eaux superficielles. Ces auteurs ont eu, d'autre part, leurs observations entachées d'erreurs par suite de l'existence d'ondes internes empêchant la comparaison aisée d'observations effectuées à plusieurs jours d'intervalle.

Dans une masse d'eau en perpétuel mouvement telle que le Léman, les observations n'ont de valeur que si elles sont faites simultanément ou dans les délais les plus brefs, dans la mesure où une série d'observations n'est pas possible pour prendre en considération les ondes progressives ou stationnaires pratiquement toujours présentes.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Action de l'hydrazide maléique sur la teneur en substances glucidiques du tissu libérien de racine de Carotte cultivé* in vitro. Note (*) de M. **Chryssanthos Phouphas**, présentée par M. René Souèges.

L'hydrazide maléique inhibe faiblement la croissance du tissu, jusqu'à la concentration de 10^{-5}, en présence d'acide indole-acétique. A concentration convenable, elle provoque une exaltation de la mise en réserve du saccharose au début de la culture, exaltation qui est ensuite remplacée par une destruction rapide de ce sucre; elle exerce également une action inhibitrice sur la transformation du glucose en fructose.

Nous avons déjà montré [1] que l'hydrazide maléique (H. M.) provoque une élévation du taux du saccharose dans les tissus de Topinambour cultivés *in vitro*; nous avons repris ces expériences en utilisant du parenchyme libérien de racine de Carotte. Des cultures ont été faites sur quatre milieux renfermant 10^{-8} d'acide indole-acétique; l'un sans H. M., les autres en contenant 10^{-8},

---

(1) *Sect. intern. Hydrol. Sc.*, 1929, p. 1-11.

(*) Séance du 6 octobre 1952.

(1) C. Phouphas et A. Goris, *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 2002; C. Phouphas *IIe Congrès intern. de Biochimie*, Paris, 1952; *Bull. Soc. Chim. biol.* (sous presse).

10^{-5} et 10^{-3}. Après 16, 32 et 64 jours, à l'obscurité à la température de 20°, 10 cultures ont été prélevées dans chaque série, pesées et analysées. Les résultats sont rassemblés dans le graphique et les tableaux I et II.

TABLEAU I.

Taux des glucides (en % de matière sèche) *contenus dans des fragments de parenchyme libérien de racine de Carotte cultivés en présence de diverses doses d'hydrazide maléique.*

Conditions	Glucose (g).			Fructose (g).		
Tissu initial	28,55.			16,4.		
	Durée de culture.			Durée de culture.		
	16 j.	32 j.	64 j.	16 j.	32 j.	64 j.
Témoin (H.M.O.).	17,4	15,55	13,6	6,25	7,8	7,8
H. M. 10^{-8}	25,7	14,05	18,85	8,4	7,05	5,45
H. M. 10^{-5}	24,75	17,15	14,95	10,45	9,45	2,15
H. M. 10^{-3}	38,35	40	76,5	5	10,5	1,5

Conditions	Saccharose (g).			Sucres totaux (g).		
Tissu initial	12,85.			57,8.		
	Durée de culture.			Durée de culture.		
	16 j.	32 j.	64 j.	16 j.	32 j.	64 j.
Témoin (H.M.O.).	20,1	28,4	28	43,75	51,75	49,4
H. M. 10^{-8}	23,35	28,9	9,4	57,45	50	33,7
H. M. 10^{-5}	28,55	35,2	13,9	63,75	61,8	31
H. M. 10^{-3}	7,2	6,85	0	50,55	57,35	78

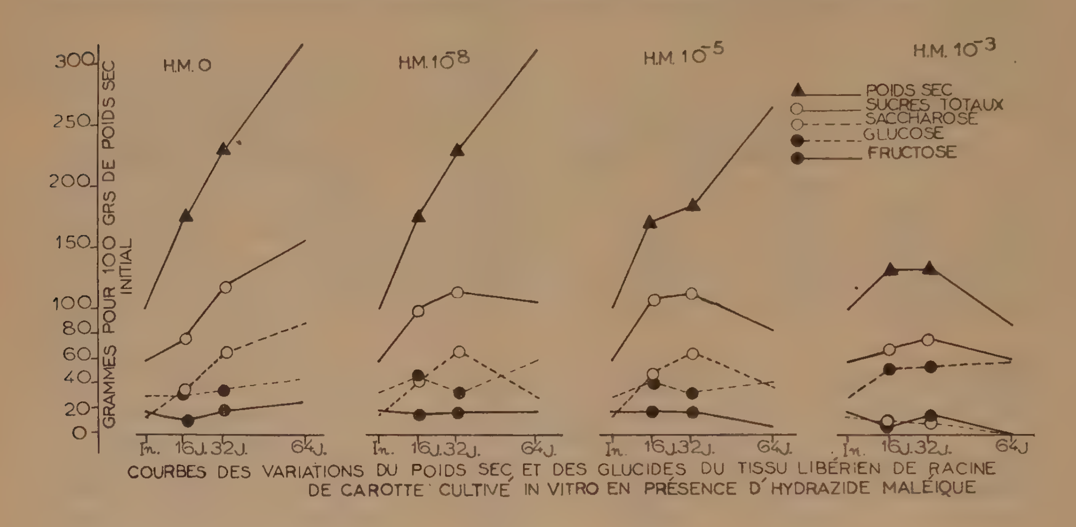
TABLEAU II.

Variations du poids sec et de la teneur en glucides au cours de la culture de fragments de tissu libérien de racine de Carotte en présence de diverses doses d'hydrazide maléique (valeurs exprimées par rapport à 100 g de tissu sec initial).

Conditions	Poids sec (g).			Glucose (g).			Fructose (g).		
Tissu initial	100.			28,55.			16,4.		
	Durée de culture.			Durée de culture.			Durée de culture.		
	16 j.	32 j.	64 j.	16 j.	32 j.	64 j.	16 j.	32 j.	64 j.
H. M. O.	175,5	229	317,85	30,55	35,6	43,2	10,95	17,85	24,8
H. M. 10^{-8}	173,5	228	310	44,6	32,05	58,45	14,55	16,05	16,9
H. M. 10^{-5}	169	182,85	262,85	41,8	31,35	39,3	17,65	17,3	5,65
H. M. 10^{-3}	133,5	133	76,45	51,2	53,2	58,5	6,65	13,95	1,15

Conditions	Saccharose (g).			Sucres totaux (g).		
Tissu initial	12,85.			57,8.		
	Durée de culture.			Durée de culture.		
	16 j.	32 j.	64 j.	16 j.	32 j.	64 j.
H. M. O.	35,25	65,05	89	76,75	118,5	157
H. M. 10^{-8}	40,5	65,9	29,15	99,65	114	104,5
H. M. 10^{-5}	48,25	64,35	36,55	107,7	113	81,5
H. M. 10^{-3}	9,6	9,1	0	67,45	76,25	59,65

L'examen du tableau I révèle l'action toxique de H. M. à la dose de 10^{-3} (l'élévation du taux de glucose résulte de l'inhibition du tissu mort par le liquide du milieu) et montre une augmentation du taux de saccharose en relation avec la teneur du milieu en H. M., pendant les 32 premiers jours; ceci confirme les résultats obtenus sur le Topinambour. L'examen du tableau II et du graphique fournit, par contre, des indications plus complètes sur la crois-



COURBES DES VARIATIONS DU POIDS SEC ET DES GLUCIDES DU TISSU LIBÉRIEN DE RACINE DE CAROTTE CULTIVÉ IN VITRO EN PRÉSENCE D'HYDRAZIDE MALÉIQUE

sance et le comportement des sucres au cours de la culture. La croissance est peu gênée pour le taux de 10^{-8}, plus nettement pour 10^{-5}, rapidement annihilée pour 10^{-3}; ces résultats s'écartent un peu de ceux de Gautheret (²), qui indique une inhibition presque totale pour 10^{-5}; mais cet auteur ayant opéré en l'absence d'acide indole-acétique, la différence peut s'expliquer par l'antagonisme entre les deux corps déjà signalé (³). L'H. M. ne favorise donc la synthèse du saccharose que pendant les 16 premiers jours, la production étant freinée ensuite jusqu'à 32 jours; au delà de ce temps il y a perte de ce sucre, alors que le témoin continue d'en produire. Cette chute peut être expliquée par une action toxique progressive de l'H. M. sur le mécanisme enzymatique de synthèse du saccharose, cette action n'ayant qu'une faible répercussion sur la vitalité du tissu. Il faut souligner aussi que la dose de fructose s'accroît un peu dans le témoin, alors qu'elle reste constante ou diminue dans les fragments soumis à l'action de l'hydrazide maléique.

(²) *C. R. Soc. Biol.*, séance du 14 juin 1952.

(³) R. Gautheret, *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 2218.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Action de la mercaptoéthylamine et de la mercaptothiazoline sur quelques tissus végétaux cultivés* in vitro. Note (*) de M. **Robert Bouriquet**, présentée par M. Roger Heim.

La mercaptoéthylamine et la mercaptothiazoline stimulent la prolifération des tissus de Crown-Gall, mais sont sans action sur les tissus de Carotte et de Topinambour.

Parmi les dérivés sulfhydrilés dont la présence a été signalée chez les êtres vivants, la β-mercaptoéthylamine ($HS—CH_2—CH_2—NH_2$) joue un rôle de tout premier plan [1], car elle peut être considérée comme le constituant responsable de l'activité du coenzyme A. Combinée à l'acide pantothénique, cette amine est en effet capable d'activer les groupements acétylés des tissus vivants et de catalyser de cette sorte la fixation de ces groupements sur divers récepteurs biochimiques. La réaction s'effectue de la façon suivante :

$$R—S—CO\,CH_3 + R'H \rightarrow R—SH = CH_3\,COR'$$

où

$$R = \underset{\displaystyle CH_2OH}{\overset{CH_3 \quad CH_3}{C}}—CH\,OH—CO—NH—CH_2—CH_2—CO—NH—CH_2—CH_2—$$

R, dans ce cas, correspond au reste pantoyl-, alanilyl -cystéamine, et R′ peut être de nature variable (amine, acide aminé, acide gras, etc.). La biogénèse d'un grand nombre de constituants tissulaires peut ainsi s'expliquer. Si par exemple nous admettons que R′ est une molécule d'acide acétique, l'acétylation de cette molécule aboutit à l'acide acétylacétique CH_3COCH_2COOH, origine des divers acides gras supérieurs de la matière vivante.

Partant de telles considérations, il nous a paru intéressant d'étudier l'influence de la mercaptoéthylamine (I) sur la culture de certains tissus végétaux et de comparer les effets observés à ceux de la mercaptothiazoline (II) qui est un analogue structural de (I), étant donné que les atomes d'azote et de soufre sont disposés de façon identique dans les deux molécules.

$$\begin{array}{cc} CH_2—CH_2 \\ | \quad\quad | \\ SH \quad NH_2 \end{array} \quad (I) \qquad\qquad \begin{array}{c} CH_2——CH_2 \\ | \qquad\quad | \\ S \qquad\quad N \\ \searrow \;\; \swarrow\!\!/ \\ C—SH \end{array} \quad (II)$$

(*) Séance du 22 septembre 1952.

(1) Snell et Coll., *J. Amer. Chem. Soc.*, 72, 1950, p. 5349; voir aussi Z. M. Bacq et Coll., *Archives internationales de Physiologie*, 59, 1951, p. 442-447.

Pour cela nous avons cultivé divers tissus végétaux sur des milieux additionnés de mercaptoéthylamine et de mercaptothiazoline à des doses allant de 10^{-8} à 10^{-4}. Ces expériences ont révélé que les deux composés exercent une action excito-formatrice nette sur les tissus de Crown-Gall de Scorsonère, qui, comme l'a montré Gautheret, sont insensibles aux hétéro-auxines.

La mercaptothiazoline peut doubler la vitesse de croissance par rapport aux cultures sans facteur de division. La mercaptoéthylamine favorise elle aussi de façon très notable le développement de tissus de Crown-Gall de Scorsonère.

Par contre, l'action excito-formatrice de ces deux composés est extrêmement faible vis-à-vis de la souche de tissus de Carotte isolée par Gautheret en 1937. Enfin ils n'exercent aucune action sur le parenchyme vasculaire de Topinambour, ni sur les plantules de Blé ou de Radis cultivées aseptiquement, si ce n'est une inhibition aux fortes doses (10^{-4}).

Ceci permet d'affirmer que la mercaptoéthylamine et la mercaptothiazoline n'ont pas une activité auxinique, car les substances de ce type stimulent la prolifération du parenchyme vasculaire de Topinambour, incapable de proliférer en absence d'hétéro-auxine.

Leur action sur le Crown-Gall rappelle celle qui est exercée par le lait de coco [2]; mais leur absence d'action sur les tissus de Topinambour les distingue de cette substance.

Indiquons pour finir que la mercaptoéthylamine et la mercaptothiazoline sont les premières substances définies, actuellement connues, qui soient capables de stimuler la prolifération des tissus de Crown-Gall.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Variations des « cornets foliaires » tératologiques du* Linum usitatissimum L. Note de M. **Lucien Plantefol**, présentée par M. Roger Heim.

Les variations rencontrées (feuilles adhérentes au cornet, insertion hélicoïdale), confirment que le cornet foliaire est dû au développement simultané, un peu inégal parfois, de tout l'anneau initial.

Une Note précédente [1] a montré comment les « feuilles soudées en cornet », produites chez le Lin, après traitement par le (2.4-D), tirent leur origine du développement simultané de tout l'anneau initial dans le point végétatif soumis à l'action de l'hormone. Cette constatation impose que les primordiums foliaires formés antérieurement à cette action ne soient

---

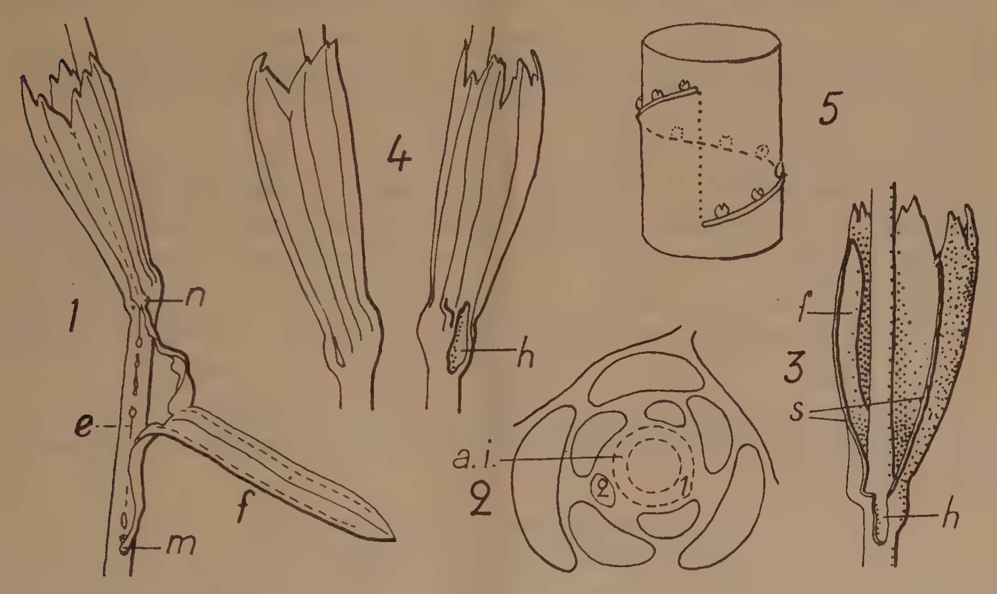
(2) L. Duhamet, *Comptes rendus*, 229, 1949, p. 1353.

(1) *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 389.

pas troublés dans leur développement et achèvent leur croissance en feuilles sans anomalies. Ainsi seulement peut être réalisé au milieu de feuilles normales un cornet de forme parfaite, inséré suivant une circonférence sur la tige qui demeure rectiligne.

Des *anomalies* diverses explicitent les relations existant entre le cornet foliaire et les feuilles précédemment ébauchées.

1. L'une de ces anomalies est la *soudure* au cornet d'une feuille qui lui est extérieure et qui était nécessairement *la plus jeune feuille à l'état de primordium* au moment de l'action du 2.4-D. Par exemple (*fig.* 1), la



Linum usitatissimum L. — 1, feuille *f* partiellement soudée à un cornet. Entre *m* et *n* s'étend suivant une génératrice *e* la trace de l'insertion, déchirée par la croissance; × 2; 2, schéma du point végétatif; *i*, anneau initial; 1, initium; 2, premier primordium; 3, cornet fendu longitudinalement; les bords *s* écartés laissent voir en *f* la moitié gauche d'une feuille, libre à l'intérieur du cornet; *h*, déchirure spontanée; × 2; 4, les deux faces d'un cornet à insertion hélicoïdale; *h*, déchirure; × 2,2; 5, schéma de l'insertion hélicoïdale et bourgeons axillaires.

feuille *f*, identifiée par une pointe et une nervure principale uniques, comportait une insertion très anormale, pour une part en *n* contre la base du cornet foliaire à laquelle elle se soudait, pour une part en *m*, 20 mm plus bas sur la tige; le long d'une génératrice unissant ces deux demi-insertions, une cicatrice *e* marquait la déchirure progressive de la feuille, réalisée du fait de l'allongement de la tige, le cornet ayant développé un segment foliaire tubulaire, occupant, sur cette génératrice, la longueur *mn*. Le limbe de la feuille *f*, déchiré jusqu'à moitié, demeurait totalement libre du limbe du cornet.

Ainsi un *primordium* en cours d'édification (*fig.* 2, primordium 2) s'était trouvé adhérer au cornet foliaire formé après lui (à partir de l'anneau

initial, *a. i.*); la feuille développée marquait par les deux extrémités de son insertion, en *m* le point précis où le tracé phyllotaxique faisait prévoir la réalisation d'une feuille, sur la tige normale, en *n* le point où l'adhérence au cornet eût entraîné la feuille tout entière. Je n'ai rencontré aucun exemple de feuille demeurée entière et soudée à la base du cornet extérieurement à lui.

2. Un autre type d'anomalie peut se manifester dans le cornet lui-même : *de l'intérieur du cornet* peut se détacher, à mi-hauteur, une pointe foliaire normale, ou encore (*fig.* 3) une feuille entrant dans la constitution du cornet par une moitié longitudinale de son limbe, se trouve libre par l'autre moitié *f* à l'intérieur du cornet régulièrement fermé. Divers faits montrent que la feuille partiellement individualisée est l'initium 1 du schéma 2.

3. Des *tractions*, dues sans doute aux différences qui existent entre les divers secteurs de l'anneau initial, se manifestent souvent à la base du cornet. Au lieu de s'insérer suivant une circonférence, le cornet s'insère alors sur *un pas d'hélice* (*fig.* 4 et 5) et une *déchirure* se produit au décrochement, ouvrant une fenêtre *h*, à la base du limbe. Cette réalisation rappelle les « verticilles hélicoïdaux » rencontrés chez le *Lilium pardalinum* L. Parfois la déchirure due à la traction affecte même les tissus corticaux de la tige. Enfin, très souvent, le cornet, au lieu d'être disposé régulièrement autour d'un axe droit comme lorsque l'insertion est circulaire, se trouve incliné contre la tige qui est déviée au niveau de l'insertion du cornet.

Tous ces faits précisent l'interprétation du cornet apportée précédemment. Les uns affirment que les feuilles formées avant l'action du 2.4-D conservent leur *indépendance*; le cornet n'est pas dû à la *soudure* de feuilles préformées. Les autres montrent que la réaction à l'hormone, parfaite dans certains cas où se réalise une insertion circulaire, n'efface pas toujours les *conditions de fonctionnement* des divers secteurs de l'anneau; normalement, leur développement est *successif*; sans doute l'expérience quantitative montrera-t-elle qu'il faut une concentration voulue de 2.4-D pour que le développement de tout l'anneau demeure simultané.

HISTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Nature des éléments sclérenchymateux de la tige du* Lactoris fernandeziana *Philippi et position systématique des Lactoridacées.* Note (*) de M. **Robert Lemesle**, présentée par M. René Souèges.

Le prosenchyme ligneux des tiges âgées du *Lactoris* se compose uniquement de fibres libriformes. Les cordons de stéréome péricyclique sont constitués par des bra-

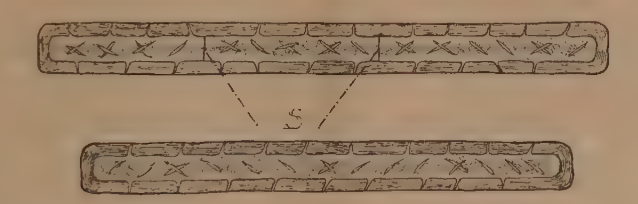
---

(*) Séance du 6 octobre 1952.

chyscléréides et par des macroscléréides; on y remarque aussi des éléments qui diffèrent de ces dernières par leurs fentes fortement étirées en forme de boutonnières. Les Lactoridacées doivent être classées dans les Dicotylédones Apocarpiques.

La structure de la tige du *Lactoris fernandeziana* Philippi a surtout été décrite par Mac Laughlin [1] ainsi que par Record et Hess [2]. Ces auteurs signalaient dans le bois la présence de courtes fibres, pourvues de nombreuses ponctuations aréolées, longuement dépassées par les ouvertures. Afin de savoir s'il s'agit de fibres trachéides, nous avons examiné des tiges âgées de cette espèce endémique de l'île Juan Fernandez.

Les fibres constituent l'élément prédominant du cylindre ligneux continu, lequel entoure une moelle réduite et entièrement sclérifiée. Vues en section transversale, elles affectent la forme quadrangulaire à angles plus ou moins mousses; leur longueur varie ordinairement de 200 à 360 μ et leur diamètre de 12 à 26 μ; l'épaisseur de la paroi ne dépasse guère 3 μ. Les faces tangentielles et radiales sont munies de fentes obliques et croisées en X, très nombreuses et rapprochées; mais les aréoles, quand elles existent, sont extrêmement réduites (à peine 1 μ de diamètre), et, le plus souvent, elles ont complètement disparu. Nous pouvons ainsi affirmer que le prosenchyme du *Lactoris* se compose de fibres libriformes.



Lactoris fernandeziana Philippi. — Eléments sclérenchymateux péricycliques, à paroi munie de ponctuations en forme de boutonnières obliques, parfois croisées. S, septa.

Les mêmes auteurs signalaient d'autre part la présence d'arcs fibreux péricycliques. L'examen des coupes longitudinales montre ces paquets de stéréome constitués non pas par des fibres, mais par des scléréides : Nous remarquons tout d'abord des « brachyscléréides » d'environ 35 μ. Plus fréquemment, les éléments s'allongent, atteignant 60 à 80 μ sur un diamètre de 30 μ; il en existe aussi dont la longueur s'élève jusqu'à 150 μ; leurs extrémités sont tronquées ou arrondies, leurs parois percées de canalicules circulaires simples ou ramifiés. Nous constatons ainsi la prédominance des « macroscléréides ».

D'autre part, dans ces mêmes paquets de stéréome, certains éléments se distinguent par la section fortement étirée de leurs ponctuations; ici,

---

(1) *Tropical Woods*, 34, 1933, p. 3.

(2) *Timbers New World*, New-Haven, 1943, p. 640.

les canalicules circulaires font place à de véritables fentes obliques, assez rapprochées, parfois entrecroisées en X. La longueur de ces éléments peut atteindre 300 μ; leurs extrémités sont toujours tronquées. Leur cavité se montre tantôt entière, tantôt divisée par 1 ou 2 minces septa. Nous nous trouvons ici en présence d'un type intermédiaire fort curieux, analogue aux macroscléréides par l'allongement dans le sens longitudinal et la forme des extrémités, mais qui s'en écarte sensiblement par l'étirement accentué des ponctuations, particularité si fréquente chez les fibres.

La plupart des systématiciens ont classé, parmi les Dialypétales Apocarpiques, la famille des Lactoridacées qui a pour unique représentant le *Lactoris fernandeziana.* Mac Laughlin, se basant sur la structure du xylème, la place dans l'ordre des Pipérales. Nous ne partagerons pas cette opinion : Chez le *Lactoris*, les formations libéroligneuses se réunissent en un cercle complet, à bois très développé. Au contraire, chez les Pipéracées et les Saururacées, les faisceaux conducteurs restent distincts. De plus, le *Lactoris* se rapproche des familles d'Apocarpiques et s'écarte de la plupart des Pipérales par l'ovule anatrope et l'absence de périsperme. A notre avis, la famille qu'il représente doit être classée parmi les Dialypétales Apocarpiques à fleurs cycliques, à proximité des Ménispermacées.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Contribution à l'étude des substances sulfurées volatiles de quelques graines de Crucifères (choux fourragers).* Note de M. **Émile André** et M[lle] **Marie Carbouères**, présentée par M. Marcel Delépine.

Poursuivant des recherches antérieures nous nous sommes proposé de vérifier la présence et, si possible, la nature des composés sulfurés volatils qui existent dans les graines de diverses espèces de choux fourragers cultivés en France. Les raisons qui ont orienté ce choix seront développées dans un autre recueil. Contentons-nous d'indiquer qu'on a pu établir, au cours des dernières années, que le colza, *Brassica napus* L. variété *Oleifera* D. C., est une espèce hybridogène amphidiploïde provenant du croisement d'un chou, *Brassica oleracea* L. et de la navette *Brassica rapa* L. D'heureux essais de synthèse de semblables hybrides ont été réalisés récemment par des généticistes suédois.

Nous avons montré en 1947 (1) que les graines de colza contiennent des composés sulfurés volatils préformés, à odeur de chou qui rendent malodorante l'huile brute extraite de ces graines. Les graines de navette ne présentent ce défaut qu'à un degré beaucoup moindre et donnent une huile directement consommable. C'est certainement à son hérédité-chou que le colza doit ce défaut, aussi avons-nous estimé intéressant d'entreprendre

(1) *Annales agronomiques*, 17, 1947, p. 393.

quelques recherches sur les graines de choux; nous en donnons ici les premiers résultats.

Pour démontrer que les graines étudiées contiennent des composés sulfurés volatils préformés, nous avons dosé le soufre total : 1° dans les graines simplement broyées, et 2° dans les mêmes graines broyées et séchées à l'étuve jusqu'à poids constant. Les résultats des déterminations opérées sur divers échantillons de graines (de provenance commerciale) figurent dans le tableau suivant :

Noms des variétés.	Eau et matières volatiles à 105°.	Soufre pour 100 (*) dans les graines non séchées.	Soufre pour 100 (*) dans les graines séchées à 105°.	Perte de soufre constatée.
Cavalier à vaches (Delbard)	6,8	1,12	1,04	0,08
Cavalier à vaches (Vilmorin)	7,0	1,08	1,00	0,08
Cavalier (Truffaut)	8,4	1,03	0,82	0,21
Fourrager vert (Simon)	5,8	1,06	0,96	0,10
Fourrager de la Sarthe (Clause)	7,4	1,20	1,13	0,07
Branchu du Poitou (Clause)	6,6	1,03	1,03	0,00
Branchu du Poitou (Delbard)	6,8	1,14	0,96	0,18

(*) Quantités rapportées à 100 g de graines sèches.

Tous les échantillons examinés, sauf un, ont perdu des composés sulfurés volatils sous la seule action de la chaleur. Les quantités de soufre ainsi dégagées varient dans des limites allant de 0,06 à 0,21 g %. Si, comme nous avons des raisons de le croire, on a affaire aux premiers termes de la série des mercaptans et des sulfures d'alcoyles, c'est environ 0,30 g % de ces composés qui existeraient dans l'échantillon de graines n° 3.

Nous avons signalé en 1950 [2] que si l'on fait circuler pendant un temps assez long (45 m à 1 h) un courant de vapeur sur des tourteaux de Crucifères à huile, divisés en menus fragments, on constate un dégagement de composés sulfurés qui proviennent de l'action dissociante de la vapeur sur des molécules sulfurées complexes. Nous avons reconnu que c'est à la décomposition des hétérosides générateurs de sénevols, que ce phénomène est en grande partie imputable. Nous avons tenu à vérifier que les tourteaux de nos graines soumis au même traitement, se comportent de façon semblable. Les tourteaux ont été obtenus au laboratoire par pression hydraulique à la température de 60-70°. Les composés sulfurés volatils préexistants se dégagent, presque entièrement, pendant l'étuvage et les derniers restes sont entraînés par l'huile.

Les résultats obtenus en dosant le soufre dans ces tourteaux avant et après l'action de la vapeur, figurent dans le tableau ci-après.

---

[2] *C. R. Acad. Agriculture France*, 36, 1950, p. 570.

Noms des variétés.	Eau et matières volatiles à 105°.	Soufre pour 100 (*) dans les tourteaux nature.	dans les tourteaux cuits vapeur.	Perte de soufre constatée.
Cavalier à vaches (Delbard)........	6,8	1,29	1,10	0,19
Cavalier à vaches (Vilmorin).......	6,0	1,37	0,95	0,42
Cavalier (Truffaut)................	7,4	1,24	0,90	0,34
Fourrager vert (Simon)...........	7,4	1,26	0,96	0,30
Fourrager de la Sarthe (Clause)....	6,6	1,34	1,00	0,34
Branchu du Poitou (Clause).......	5,4	1,41	0,91	0,50
Branchu du Poitou (Delbard)......	6,6	1,41	1,06	0,35

(*) Quantités rapportées à 100 g de tourteaux secs.

Ici encore on constate d'importants écarts entre les quantités de soufre dégagées par les diverses graines étudiées. Insistons particulièrement sur le dégagement maximum fourni par l'échantillon n° 6, soit 0,50 g %, en rappelant que ces mêmes graines ne contiennent pas de composés sulfurés directement volatils. Si la quantité de soufre entraînable par la vapeur (0,50 g %) provenait entièrement de la dissociation du glucoside dit « gluconapine », le tourteau devrait pouvoir fournir 1,76 g % de crotonylsénevol, quantité anormale et d'ailleurs inexacte (le dosage a donné 0,52 g). On doit donc conclure qu'une partie du soufre des substances protéiques doit se dégager sous l'action de la vapeur.

En résumé, le soufre total des graines étudiées peut être scindé en trois fractions : 1° soufre des composés directement volatils; 2° soufre provenant de molécules complexes scindées par l'action de la vapeur ou soufre entraînable et 3° soufre résistant à l'action de la vapeur ou soufre fixe.

PHYSIOLOGIE. — *Sur la consommation alimentaire dans la lutte contre la chaleur.* Note de M. **Alexandre Giaja**, présentée par M. André Mayer.

Il ressort d'observations sur le besoin alimentaire du Chien, durant les chaleurs estivales, que dans la zone de thermolyse, l'animal haletant durant la majeur partie de la journée, sa ration alimentaire d'entretien du poids est très notablement inférieure à celle de la neutralité thermique. Dès la cessation de la polypnée thermique, par suite de la modération des chaleurs, la même ration devient nettement insuffisante.

Lorsque la température ambiante varie à partir de la neutralité thermique vers le chaud ou le froid, des fonctions supplémentaires entrent en scène dans la thermorégulation de l'organisme homéotherme. Du côté du froid, la calorification augmente par la fonction de « thermorégulation chimique »; du côté du chaud apparaissent les fonctions de thermolyse, la sudation et la polypnée thermique. Ces fonctions de thermolyse nécessitent

un supplément de dépense énergétique s'ajoutant à la dépense de fond, de sorte que dans la lutte contre l'échauffement la production calorique totale devrait être augmentée; mais la déperdition calorique produite par ces mécanismes de thermolyse ferait plus que compenser les frais qu'ils nécessitent, de sorte que l'organisme, tout compte fait, tirerait avantage de ce moyen de résistance à l'échauffement. Ce sont les notions généralement admises en bioénergétique. Cependant, plusieurs auteurs ont signalé chez l'Homme une *baisse* des échanges gazeux dans la zone de thermolyse, par rapport au métabolisme de base (Wolpert, Marchak et Davidoff). Nous-même ([1]) avons décrit chez les Oiseaux (Oie, Dindon, Coq) une baisse de la consommation d'oxygène dès l'apparition de la polypnée thermique sans hyperthermie. S. Gelineo a étudié les modalités de ce phénomène chez la Tourterelle et d'autres homéothermes.

Nous apportons maintenant une contribution à cette question par des observations concernant la consommation alimentaire du Chien dans les conditions naturelles de plusieurs semaines de chaleurs estivales, la température à l'ombre de 33° environ pendant la journée, de 28° pendant la nuit. Dans ces conditions le Chien, un jeune pointer, Micky, du poids de 23 kg habitué depuis longtemps à son habitat et entourage était en état de polypnée thermique intense durant la majeure partie de la journée. Dans ces conditions il ne consommait pas entièrement une ration journalière composée de 250 g de pain, 50 g d'œuf en poudre et 50 g de lait en poudre, le tout à l'état de panade imbibée d'eau. Avec cette ration, pendant les chaleurs qui durèrent plusieurs semaines, le Chien, haletant pendant la journée, engraissa à vue d'œil. Lorsque les jours suivants la température baissa à 23-26°, la polypnée n'apparut plus. Maintenant la même ration était insuffisante, le Chien la dévorait dès qu'on la lui servait, et au bout de trois jours on fut obligé de l'augmenter pour faire cesser les manifestations de la faim. On augmenta alors la ration journalière à 400 g de pain, 100 g d'œufs en poudre et 100 g de lait en poudre. Cette ration ne suffit pas au maintien du poids.

Ces expériences alimentaires, faites dans les conditions climatiques naturelles et d'une durée prolongée, confirment les résultats mentionnés plus haut concernant les échanges gazeux dans les conditions expérimentales de laboratoire : dans la zone de thermolyse, malgré les dépenses supplémentaires, la consommation énergétique est très notablement au-dessous de celle de la neutralité thermique. Remarquons que dans nos expériences il ne s'agit pas d'inappétence à la chaleur, le sujet augmentant de poids. D'autre part, aux températures de 23-26° auxquelles la consommation alimentaire augmenta, il ne peut être question chez le Chien de calorification

---

([1]) *Ann. Physiol. Physicochim. biol.*, 7, 1931.

dépassant les échanges de la neutralité thermique. On doit donc conclure que la thermorégulation chimique ne cesse pas de fonctionner aux températures supérieures, dans la zone de lutte contre l'échauffement, en abaissant les combustions au-dessous du niveau de celles de la neutralité thermique. La neutralité thermique n'est pas le point de la moindre calorification, mais c'est le point auquel les fonctions spéciales de thermorégulation, celles contre le refroidissement aussi bien que celles contre l'échauffement, sont au repos. Et c'est ce repos thermorégulateur que l'homéotherme cherche instinctivement à réaliser. Mais c'est dans la zone de thermolyse, tant que l'hyperthermie n'est pas apparue, que l'organisme fonctionne le plus économiquement, sinon le plus confortablement.

PSYCHOPHYSIOLOGIE. — *Régulation sociale et écartement des rayons chez les Abeilles.* Note (*) de M. **Roger Darchen**, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

Dans une première série d'expériences ([1]) j'avais introduit à l'intérieur d'une ruche, entre deux rayons, un cadre vide portant deux lames de cire gaufrée légèrement décalées l'une par rapport à l'autre, dans le sens vertical. Les Abeilles les réunissent alors (*fig.* 3) ([2]), même si une planchette horizontale, intercalée entre les deux lames de cire, gêne le passage de l'une à l'autre. J'admettais alors que les Abeilles de la chaîne cirière formaient une sorte de pont, de part et d'autre de la planchette et que, par l'intermédiaire d'une régulation sociale hypothétique, elles réussissaient à raccorder exactement les deux lames de cire. Cette régulation me semblait donc s'exercer dans le sens vertical, comme si les ouvrières étaient attirées par les deux extrémités libres des deux plaques de cire à raccorder.

1° Cette hypothèse m'a paru infirmée par une expérience simple : si l'on suspend entre deux rayons un cadre vide porteur d'une seule languette de cire, décalée par rapport au plan médian, les Abeilles l'étirent en la ramenant dans ce plan (*fig. a*). Il n'existe pourtant ici aucune languette inférieure avec laquelle elles chercheraient le raccordement. J'étais donc en droit de supposer que la régulation signalée au début intervenait principalement, non pour raccorder les cires au-dessus et au-dessous de la planchette, *mais simplement pour maintenir une distance uniforme entre deux gâteaux de cire voisins.* Cette hypothèse paraît fortifiée par l'observation suivante : un jour les cirières posèrent les fondations d'un nouveau rayon dans un plan *perpendiculaire* aux rayons voisins; les jours suivants,

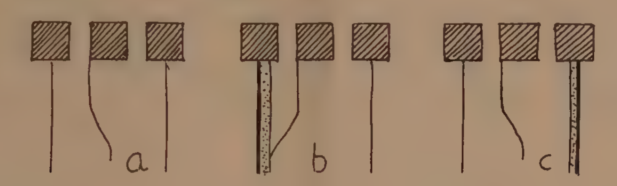
(*) Séance du 6 octobre 1952.

([1]) *Comptes rendus*, **234**, 1952, p. 671.

([2]) *Comptes rendus*, **234**, 1952, p. 672.

j'observai la torsion totale du rayon en construction, pour le remettre dans un plan parallèle et à la distance normale par rapport aux rayons voisins.

2° Est-ce la distance anormalement grande ou la distance anormalement petite entre les rayons voisins qui amène la déviation régulatrice du rayon en construction? En rapprochant ou en écartant ces rayons, il est facile de se rendre compte que seule la proximité anormale amène la déviation



En *a*, la lamelle de cire anormalement rapprochée d'un des rayons est déviée de façon à être remise dans le plan médian. En *b*, la cire est accolée au carton qui recouvre le rayon le plus rapproché. En *c*, une plaque de carton recouvrant le rayon le plus éloigné n'entraîne aucune réaction particulière, et la déviation se fait normalement.

en sens opposé, alors qu'au delà de l'écart normal les variations de la distance du rayon le plus éloigné n'ont aucune influence. Enfin, lorsque de chaque côté d'un rayon de cire en construction manque le rayon immédiatement voisin, on n'observe aucune régulation, et la direction perpendiculaire au sol est respectée.

3° Est-ce la présence d'une paroi de cire ou d'une « paroi d'Abeilles » (puisque les Abeilles recouvrent normalement les rayons d'un manteau très dense) qui induit la régulation ? Il semble que ce soit la cire. Si l'on recouvre de carton la face du rayon le plus rapproché de la cire en construction, la courbure se forme alors vers le carton (*fig. b*) et non dans le sens opposé comme dans les expériences précédentes. Par la suite, d'ailleurs, le carton est très rapidement déchiqueté par les ouvrières. Mais un morceau de carton collé au rayon le plus éloigné ne donne lieu à aucune réaction bien nette.

Notons que tous les apiculteurs savent que les rayons trop près des parois de la ruche s'y trouvent collés en fort peu de temps.

Les ouvrières recouvraient le carton et cependant la déviation a été inverse de ce qu'on observe lorsqu'il est enlevé. C'est donc la paroi de cire plutôt que la « paroi d'Abeilles », qui induit la régulation signalée plus haut. Mais je ne sais de quel ordre sont les stimuli grâce auxquels les ouvrières décèlent la présence de cette substance.

Le même raisonnement émis dans mon premier travail vaut, me semble-t-il, pour celui-ci : il est difficile d'admettre que ces régulations complexes soient le fait d'une ouvrière travaillant isolément; on ne voit pas comment elle pourrait tenir compte de l'écartement d'une paroi, qu'elle ne saurait

percevoir au moment où elle dépose la sécrétion cirière, puisque cette paroi lui est masquée par un dense rideau d'Abeilles en perpétuel déplacement. Il faut faire intervenir ici la chaîne cirière en tant qu'unité de comportement, comme je l'avais déjà suggéré.

HISTOLOGIE. — *Sur les différentes fibres conjonctives et sur la formation des basocytes.* Note de MM. **René Hissard, Louis Moncourier** et **Jean Jacquet**, présentée par M. Gaston Ramon.

Dans un cas d'hématodermie à mastocytes, nous avons démontré l'origine fibroblastique de ces cellules chez l'Homme ([1]) à ([3]). Nous avons, depuis, étudié la répartition des basocytes ([4]) chez le Rat, le Cobaye, le Chat, les bovins, ovins et équidés. Nous en avons retiré quelques notions générales que nous exposons ici.

Partout, les basocytes se forment constamment à partir des fibroblastes. Expérimentalement d'ailleurs, par injection d'héparine ([5]) ou d'acide hyaluronique ([5]), ([6]) ou par implantation de caillots sanguins ([7]), ([8]), on peut déclencher cette formation. Nous avons établi ([5]), ([8]) qu'elle se faisait, là encore, à partir des fibroblastes.

Nous avons pu distinguer, chez tous les sujets étudiés, des fibres et des cellules conjonctives d'âge et d'aspect différents et qui, en tout cas, par rapport aux basocytes, n'ont pas la même signification.

Certaines fibres sont courtes et épaisses. Elles forment un crible à larges mailles disposé « en éponge » et constituent la majeure partie du « squelette » des organes lymphoïdes (rate et ganglions lymphatiques). C'est le *reticulum* ou tissu réticulé des auteurs. Aux angles dièdres d'entrecroisement des fibres se trouvent des cellules conjonctives décrites par Henlé et Ranvier. Elles ne sont pas multipolaires, mais assez grandes, à gros noyaux et ne donnent jamais naissance à des basocytes (*fig.* 1).

D'autres fibres courtes, mais très fines celles-là, arachnéennes, réfringentes, forment la trame du tissu adipeux. Sur des coupes colorées exami-

---

([1]) R. Hissard, L. Moncourier et J. Jacquet, *Comptes rendus*, 231, 1950, p. 253.

([2]) R. Hissard, L. Moncourier et J. Jacquet, *Presse Médicale*, 59, 1951, p. 1765.

([3]) R. Hissard, L. Moncourier et J. Jacquet, *Ann. Méd.*, 52, 1951, p. 583.

([4]) A l'appellation de mastocytes (de μαστός : mamelle) qui suppose un rôle, parfois justifié, de cellules-engrais, de réserve, nous préférons le terme de « basocytes » qui indique bien les affinités tinctoriales et qui rappelle le parallélisme avec les éosinocytes qui sont, d'ailleurs, eux aussi, d'origine fibroblastique.

([5]) R. Hissard, L. Moncourier et J. Jacquet, *Bull. Acad. Nat. Méd.*, 135, 1951, p. 108.

([6]) Meneghini, *Giorn. Ital. Derm, e Sifil.*, 91. 1950, p. 93.

([7]) C. Baeckeland, *C. R. Soc. Biol.*, 144, 1950, p. 1005 et 1007.

([8]) R. Hissard, L. Moncourier et J. Jacquet, *C. R. Soc. Biol.*, 1952.

nées en vision stéréoscopique, elles apparaissent comme un microréseau à logettes polyédriques curvilignes, dont la cloison forme une sorte de voile

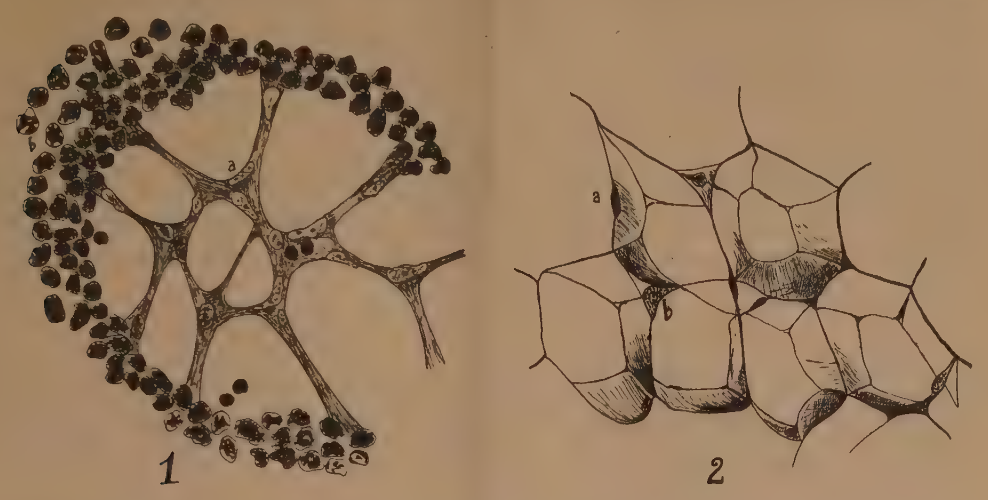


Fig. 1. — *Reticulum du ganglion lymphatique du Rat* (coloration au bleu de toluidine). *a.* Fibrocytes fixés sur les fibres conjonctives courtes et épaisses. — *b.* Cellules lymphoïdes.

Fig. 2. — *Trame adipeuse de la peau du Chat* (coloration au bleu de toluidine). *a.* Fibroblastes étalés le long des fibres conjonctives courtes et fines. — *b.* Fibroblastes en voie de transformation en mastocytes.

léger (*fig.* 2). Aux angles dièdres, s'allongent des cellules conjonctives, fines, étirées et multipolaires. Ces fibroblastes peuvent se transformer en basocytes.

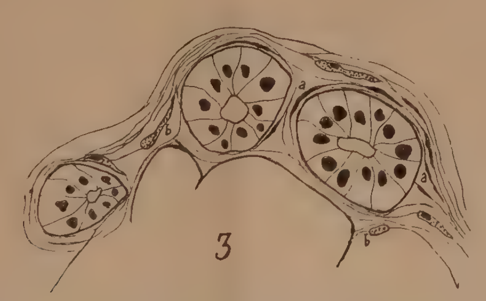


Fig. 3. — *Réseau byssinien au niveau des glandes sudoripares de l'Homme* (coloration au bleu de toluidine). *a.* Fibroblastes étalés le long des fibres conjonctives longues et très fines. — *b.* Fibroblaste en voie de transformation en basocyte.

Il existe, enfin, des fibres conjonctives, encore plus fines, parfois à peine visibles, mais longues, voire extrêmement longues. Elles abondent autour des glandes diverses [9], des vaisseaux, des faisceaux collagènes, entre les

---

[9] Le tissu palléal de Berka, décrit à propos des acini mammaires, et qui devient très net au cours des réticulopathies malignes, n'est qu'un cas particulier de cette disposition générale.

fibres musculaires, dans le conjonctif sous-pleural. Elles constituent des gaines d'organes dont elles suivent les circonvolutions. Elles s'insinuent dans les espaces vides (espaces de Kiernan, espaces péribronchiques alvéolaires) ou suivent les vaisseaux dans leur pénétration en formant des manchons périvasculaires ajourés. Ces fibres sont parallèles, mais réunies par des fibrilles obliques [10] qui complètent l'enveloppe grillagée des éléments. Ce réseau de fibres longues, que l'on peut différencier sous le nom de byssinien [11] et dont les « galeries » communiquent ensemble, comporte des files de fibroblastes tous allongés dans le même sens et qui donnent fréquemment, et *tout spécialement*, naissance à des basocytes (*fig.* 3).

CYTOLOGIE — *Remarque sur l'évolution des acides nucléiques dans l'ovogénèse de* Gryllus bimaculatus. Note de M. **Michel Charles Durand**, présentée par M. Maurice Caullery.

Hoff Jörgensen et Zeuthen [1] ont récemment prouvé, par des dosages chimiques, l'existence de fortes quantités d'ADN dans le cytoplasme des œufs de Batracien. Dans une étude antérieure [2] j'ai montré qu'une préparation d'ADN purifié manifestait, après hydrolyse chlorhydrique, certaines propriétés de l'ARN : pyroninophilie et sensibilité à l'égard de la ribonucléase. J'ai aussi constaté qu'une préparation d'ARN de levure ne se colore pas après immersion dans le réactif de Schiff. Ces données confirmaient les conclusions tirées de l'examen des formations nucléaires dans la spermatogenèse de *Gryllus bimaculatus*. La découverte des auteurs danois s'explique si l'on admet que l'ADN du cytoplasme de l'œuf se trouve sous une forme dépolymérisée, et qu'il présente des propriétés histochimiques comparables à celles de l'ARN. C'est avec cette hypothèse de travail que j'ai repris l'examen de l'ovogenèse de *Gryllus bimaculatus*.

1. *Évolution des chromosomes.* — L'évolution des chromosomes, au début de la période d'accroissement, est conforme aux données de Büchner [3]. Au début de la prophase méiotique, ils se transforment en une série de mottes variqueuses, pyroninophiles, digérées par la ribonucléase. Elles conservent pendant un certain temps un granule central colorable par le vert de méthyle, qui est seul Feulgen positif. Devenues entièrement

---

[10] Celles-ci sont essentiellement différentes des « Gitterfasern » décrits par les histologistes allemands autour des cellules du tissu lymphoïde.

[11] Du grec βύσσινος : du lin le plus fin.

[1] *Nature*, 9 février 1952.

[2] Durand, *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 1579.

[3] Büchner, *Arch. Zellf. und Mikr. Anat.*, 3, 1909, p. 335-430.

pyroninophiles et Feulgen négatives, elles se résolvent en une plage lenticulaire granuleuse, peu colorable et de plus en plus diffuse. Jusqu'à la fin de la vitellogenèse, le noyau reste occupé par un très fin réseau de coagulation.

La dispersion totale des formes chromosomiques s'accompagne donc vraisemblablement d'une dépolymérisation de l'ADN.

2. *Évolution du cytoplasme.* — L'évolution du cytoplasme se divise nettement en deux périodes : la période d'accroissement cytoplasmique, qui s'achève à la mue imaginale et la période d'accumulation vitelline, qui commence avec la vie adulte. Pendant la première période, la pyroninophilie du cytoplasme est extrêmement intense; elle s'atténue brusquement avec l'apparition des plaquettes vitellines. Cette intense basophilie ne disparaît qu'après 5 h d'hydrolyse à 37e dans la ribonucléase (0,5 °/₀₀ pH 6,8). L'attaque enzymatique est accélérée par une hydrolyse acide préalable (10 à 30 m dans HCl N/1, 37°). Les témoins traités à l'eau ne présentent pas de modifications comparables. Ce comportement, caractéristique des formations ribonucléiques, est comparable à celui des chromosomes rendus expérimentalement pyroninophiles par hydrolyse acide. Sans hydrolyse acide préalable, le cytoplasme de l'ovocyte se colore assez nettement avec le réactif de Schiff. Cette colorabilité disparaît complètement si la coupe est d'abord traitée par la ribonucléase. Cette disparition est accélérée par une hydrolyse acide préalable. Le comportement cytoplasmique rejoint celui des chromosomes dépolymérisés par un traitement acide.

La période d'accumulation vitelline se caractérise par la réduction du cytoplasme à de fines travées faiblement pyroninophiles localisées entre les plaquettes vitellines. Celles-ci sont volumineuses, peu cohérentes; elles se colorent en vert violacé avec le mélange de Unna et en violet avec le réactif de Schiff, mais ne manifestent aucune sensibilité à l'égard des hydrolyses acides et enzymatiques. Leurs propriétés se rapprochent de celles des formations présentant la réaction plasmale, et diffèrent considérablement de celles qui, d'après mes observations, correspondent à l'ADN. Mais il est possible que ces propriétés « plasmales », dues aux constituants du vitellus, masquent la présence d'ADN. En effet, l'évolution des cellules folliculeuses paraît alimenter l'ovocyte en substance nucléaire. Au début de la période d'accroissement cytoplasmique, ces cellules forment une couche unique qui suit l'accroissement de l'ovocyte par multiplication mitotique de ses éléments. Les fuseaux de ces divisions sont à peu près parallèles au grand axe de l'œuf. A la fin de cette période, elles prennent une forme cubique régulière et se disposent en épaisseur sur deux rangées. Parallèlement à l'apparition des premières formations vitellines dans l'œuf, elles subissent une forte hypertrophie et ne se divisent plus que par amitoses. Les cellules filles, formées après élongation du nucléole et étranglement du noyau, se détachent perpendiculairement au grand axe de l'œuf et sont littéralement

absorbées par le cytoplasme de l'ovocyte. La coloration de Unna montre la disparition de leur basophilie cytoplasmique et nucléaire. Le Feulgen montre leur désintégration nucléaire sous forme de granulations éparses. Ce processus se développe pendant la période d'accroissement intense des plaquettes vitellines et ne prend fin qu'avec l'apparition du chorion.

3. *Discussion.* — Ces quelques observations ajoutent un supplément de complexité au problème de la localisation histochimique des acides nucléiques. On ne saurait être trop prudent en utilisant, à cet effet, les propriétés du réactif de Schiff, qui est capable, suivant les conditions expérimentales, de colorer, entre autres, l'ADN dépolymérisé, certains lipides, le glycogène, etc. L'usage de la méthode de Brachet comporte des incertitudes dont il importe de tenir compte. Nous en retiendrons : 1° le parallélisme entre le comportement de la pyroninophilie cytoplasmique dans les ovocytes jeunes et celui des chromosomes soumis à l'hydrolyse acide; 2° l'évolution des chromosomes, pendant la phase d'accroissement, en formations pyroninophiles sensibles à la ribonucléase.

L'hypothèse de transformations d'ordre physique subies par l'ADN, probablement en rapport avec l'évolution des liaisons acide nucléique-protéine, et qui expliquerait ces changements, s'en trouve renforcée, en même temps que celle qui localise de l'ADN dépolymérisé et diffus dans le cytoplasme de l'œuf.

GÉNÉTIQUE. — *Influence de l'effectif des populations sur la diversité des fréquences du gène « absence de bandes » chez* Cepæa nemoralis *L.* Note de M. **Maxime Lamotte**, présentée par M. Maurice Caullery.

Le rôle joué par les fluctuations fortuites, ou *dérive génétique*, dans la diversité des fréquences géniques parmi les populations naturelles d'une espèce fait l'objet d'une vive controverse. Certains auteurs, attribuant à la sélection une primauté totale, nient, en effet, toute action efficace de ce facteur, auquel S. Wright accorde une grande importance. Les populations polymorphes de l'Escargot des bois, *Cepæa nemoralis* L., nous semblent apporter une confirmation expérimentale de la réalité de cette action.

L'espèce vit en colonies bien délimitées, dont il est possible d'évaluer l'effectif. Par ailleurs, le déterminisme génétique de la présence ou de l'absence de bandes a été élucidé (gènes b et $b+$). Comme la structure des populations est panmictique ([1]), il est ainsi possible de calculer, dans chacune, la fréquence du gène étudié ([2]).

([1]) Lamotte, *Bull. Biol.*, Suppl. XXXV, 1951.

([2]) Des différences même notables à l'échelle des valeurs sélectives ne modifient que de manière insensible les proportions données par la loi de Hardy.

Les quelque 300 colonies dont l'effectif a pu être déterminé ont été réparties en trois catégories : (I), celles à effectif élevé, compris entre 3 000 et 10 000 individus; (II), celles à effectif moyen, entre 1000 et 3 000; (III), celles à effectif restreint, entre 500 et 1000. Le tableau qui suit indique les distributions des fréquences du gène « absence de bandes » dans ces groupes de colonies :

Fréquence du gène *b*+....	0 —0,10.	0,10 —0,20.	0,20 —0,30.	0,30 —0,40.	0,40 —0,50.	0,50 —0,60.	0,60 —0,70.	0,70 —0,80.	0,80 —0,90.	0,90 —1.
(I) Colonies de fort effectif........	46 (5)	13	11	4	1	1	1	–	–	–
(II) Colonies d'effectif moyen........	55 (6)	25	10	6	5	2	2	–	–	–
(III) Colonies de faible effectif........	53 (5)	23	10	9	5	4	2	–	–	3 (3)

Les dispersions de ces trois distributions sont mesurées respectivement par les variances $V(g) = 15.10^{-3}$, $V(m) = 20.10^{-3}$ et $V(p) = 36.10^{-3}$, qui montrent qu'un effectif plus faible va de pair avec un net accroissement de la diversité des fréquences géniques. Cet accroissement se traduit d'ailleurs aussi par le nombre plus grand de populations où l'un des allèles a été éliminé (nombre en petits caractères dans les classes marginales).

Si la fréquence d'une forme était, dans chaque colonie, déterminée strictement par l'ensemble des facteurs externes (les conditions du milieu, l'action des prédateurs par exemple) et internes (le patrimoine génique global de la colonie), l'effectif n'interviendrait en rien dans le niveau d'équilibre des formes, dont la distribution dans les petites colonies serait identique à sa distribution parmi les grandes.

L'accroissement de diversité observé démontre donc l'existence de facteurs autres que des influences directrices variables du milieu. Il se trouve en accord avec la manifestation de fluctuations « au hasard », précisément liées à l'effectif.

Dans cette hypothèse, c'est à de telles fluctuations qu'il faut attribuer, en particulier, la différence des variances des petites et des grandes colonies, soit 21.10^{-3}. Mais une part de la diversité des grandes colonies elles-mêmes, dont l'effectif est loin d'être illimité, tient sans doute aussi à la dérive génétique. L'absence de populations très nombreuses ne permet évidemment pas de résoudre la question par comparaison directe, mais nous avons cherché indirectement la solution, en comparant le rapport des variances correspondant aux différents effectifs à celui qui peut être déduit des distributions théoriques de S. Wright. Il ressort de ces comparaisons que la part de variances indépendante des fluctuations fortuites est de 10.10^{-3} au maximum. La part, liée à ces fluctuations, atteint donc au moins 5.10^{-3}

pour la distribution des grandes colonies, soit le tiers de l'ensemble, et 26.10^{-3} pour les petites colonies, soit plus des deux tiers de la variance totale.

Des phénomènes autres que la dérive génétique sont toutefois susceptibles d'en mimer les effets. Un biotope plus étendu doit être, en effet, plus hétérogène; comme la nature du milieu influe, dans une certaine mesure, sur les proportions d'équilibre, ainsi que le confirme la part de variance indépendante de l'effectif, une grande population aura, plus souvent qu'une autre, une composition « moyenne ». Par ailleurs, une colonie importante, qui témoigne *a priori* de conditions plus stables, sera plus rarement soumise à des conditions extrêmes.

Un examen attentif des faits montre que ces phénomènes ne jouent, en réalité, qu'un rôle minime. Tout d'abord, en effet, l'étude directe de l'action du milieu montre que celle-ci est faible et précisément masquée par un facteur autre de diversité [1]. D'autre part, l'hétérogénéité se manifeste surtout dans le détail des biotopes; c'est d'ailleurs bien plus leur densité que leur étendue qui détermine l'effectif des populations. Enfin, les conditions extrêmes, entraînant l'instabilité, sont forcément des cas rares.

Les fluctuations fortuites jouent donc bien, par rapport à des phénomènes de sélection variable selon les biotopes, un rôle important à l'origine de la diversité des fréquences du gène b_+; ce rôle est même prédominant dans le cas des populations de faible effectif.

RADIOBIOLOGIE. — *Les effets mortels du rayonnement total de la Pile Zoe sur la Souris*. Note (*) de MM. **Paul Bonét-Maury** et **André Ertaud**, présentée par M. Antoine Lacassagne.

Les auteurs ont déterminé la courbe dose-survie moyenne de souris soumises au rayonnement total de la pile de Châtillon. En plaçant les animaux dans une cage de cadmium on observe un effet biologique beaucoup plus important qu'en cage d'aluminium.

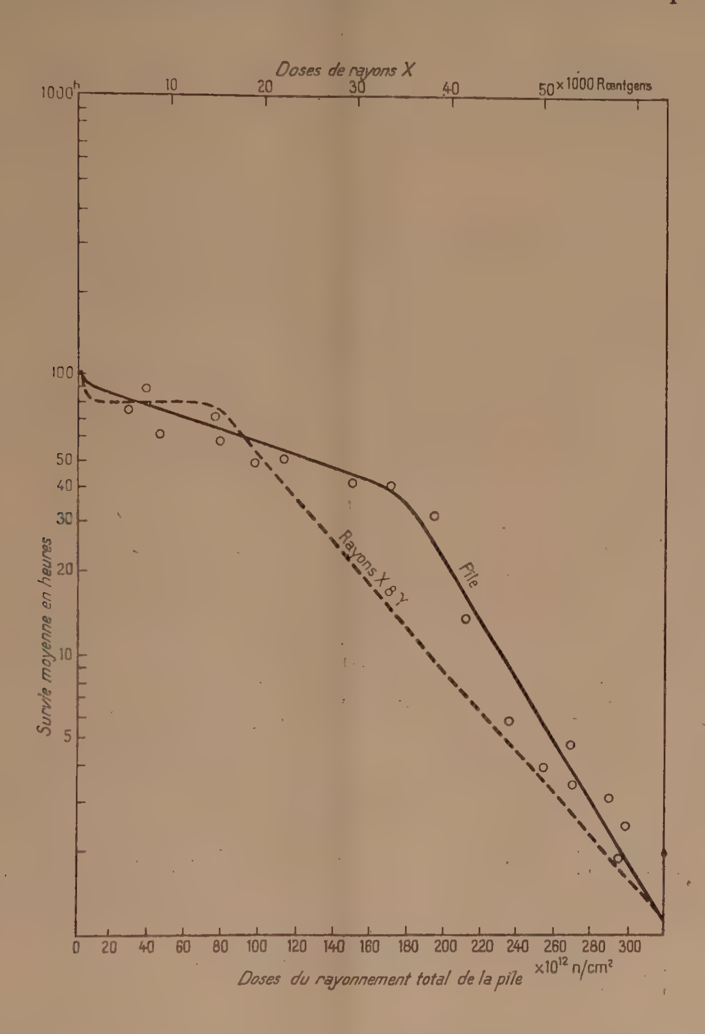
Poursuivant l'étude de l'effet léthal des rayonnements ionisants [1], nous avons soumis des souris au rayonnement total de la pile de Châtillon.

Les animaux provenant de l'élevage de l'Institut du Radium et pesant de 18 à 20 g sont enfermés par lots de 10 dans des cages en aluminium de 1,5 mm d'épaisseur, dimensions $9 \times 9 \times 40$ cm, percées de trous. Ces cages sont placées dans le canal tangentiel de la pile et les animaux sont traversés par un

(*) Séance du 6 octobre 1952.

[1] P. Bonét-Maury et F. Patti, *Journal de Radiologie et d'Électrologie*, 31, 1950, p. 286.

flux moyen de 3,85.10^{13} neutrons/cm²/h, sensiblement uniforme pour toute la cage, la fluctuation maximum restant inférieure à 10 %. Après l'irradiation, les souris sont ramenées dans l'animalerie (bocaux de verre, alimentation normale). Elles sont surveillées au moins 16 h sur 24 les deux premiers jours,



les visites ayant lieu avec une fréquence qui dépend de la survie probable, de façon à mesurer leurs survies individuelles avec une précision supérieure à 20 %. Ces temps de survie sont utilisés pour le calcul de la survie moyenne correspondant à une dose donnée par la méthode déjà décrite; les limites de confiance de cette survie sont calculées par la méthode de Lichtfield et Fertig ([2]).

Les doses de rayonnement total sont exprimées en neutrons par centimètre carré. Le calcul des composantes de ce rayonnement fait l'objet d'une

---

([2]) *Bull. John Hopkins Hosp.*, 69, 1941, p. 276.

deuxième Note pour tenter d'évaluer les effets partiels dus aux rayons γ, aux neutrons rapides et aux neutrons lents.

La courbe dose-survie moyenne a été déterminée sur 400 animaux (*fig.* 1); sur le graphique figure en pointillé la courbe précédemment obtenue pour les rayons X de 200 kV et les rayons γ du Ra [1].

On constate que si la courbe relative aux rayonnements de la pile a la même allure générale que celle due aux rayons X, et peut être également divisée en trois régions, le palier horizontal observé pour les rayons X est remplacé par une partie à faible pente.

Il semble que le mode d'action des deux rayonnements ne soit pas absolument identique et que les neutrons, pour une même survie, donnent naissance à des effets biologiques un peu différents. Cette interprétation est confirmée par l'aspect des animaux après l'irradiation; car, bien que les symptômes généraux soient les mêmes, ces animaux paraissent plus choqués au sortir de la pile qu'après l'irradiation X et tombent plus précocement dans l'état de prostration qui se termine par la mort. On observe dans la troisième région de la courbe les phénomènes remarquables d'hyperexcitabilité déjà décrits pour les fortes doses de rayons X.

Activation des animaux. — Le rayonnement de la pile produit dans les animaux une formation de radionuclides artificiels qui se traduit par une radioactivité importante pour les irradiations longues. Cette radioactivité est due principalement aux K et Na dans les tissus mous, au P et Ca dans le squelette : son analyse fait l'objet d'une autre Note. Cette activité peut, après étalonnage, permettre une mesure satisfaisante de la dose reçue par l'animal.

Effet cadmium. — Si l'on irradie les animaux dans une cage en cadmium au lieu d'une cage aluminium, on constate, pour un nombre égal de neutrons frappant la cage, que l'effet biologique est, comme l'effet chimique [3], beaucoup plus marqué derrière cadmium que derrière aluminium (tableau).

Survie moyenne.

Dose en $n/\text{cm}^2 \times 10^{12}$....	77.	192.
Cage en aluminium................	93 h	40 h
» en cadmium.................	51 h	quelques min

La courbe de la figure 1 fait correspondre à une survie de 40 h une dose environ moitié ($170\ n/\text{cm}^2 \times 10^{12}$) de celle amenant la mort des animaux quelques minutes après la sortie de la pile, soit $320\ n/\text{cm}^2 \times 10^{12}$.

---

(3) P. Bonét-Maury et A. Deysine, *Comptes rendus*, 232, 1951, p. 1101.

PHYSICOCHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur une théorie de l'excitabilité cellulaire* (II). Note (*) de M. **René Gibert**, présentée par M. Frédéric Joliot.

Une première Note ([1]) a défini les propriétés chimiques de la « matière excitable » constituant la cellule.

L'interprétation des résultats expérimentaux nécessite deux hypothèses supplémentaires :

1° Le corps X est un ion négatif X^-.

2° Le milieu sensible (siège des réactions formulées dans la première hypothèse) est séparé du milieu extérieur par une membrane polarisée positivement vers l'extérieur et perméable aux ions X^-.

Cette polarisation V a pour conséquence une différence des concentrations x_i et x_e des ions X^- à l'intérieur et à l'extérieur de la membrane et l'on peut écrire, à l'équilibre :

$$\mathrm{L}n\frac{x_e}{x_i}=\frac{\mathrm{VF}}{\mathrm{RT}}+\mathrm{B}, \tag{3}$$

où F est le faraday, R la constante des gaz parfaits, T la température absolue. B est une constante qui tient compte du rapport des coefficients d'activité des ions X^- des deux côtés de la membrane.

Une dépolarisation ΔV de la membrane provoque un déséquilibre qui entraîne la migration des ions X^- de l'extérieur vers l'intérieur. Il en résulte un accroissement de la concentration x dans une couche mince du milieu sensible au voisinage de la membrane.

Si l'on admet que la vitesse de migration des ions X^- est proportionnelle au déséquilibre, la variation de la concentration x dans la couche mince voisine de la membrane peut s'écrire

$$\frac{dx}{dt}=\gamma\left[x_0 e^{\frac{\mathrm{F}\Delta\mathrm{V}}{\mathrm{RT}}}-x\right], \tag{4}$$

où x_0 est la concentration dans l'état stationnaire et γ une constante.

La dépolarisation a donc pour effet d'ajouter un terme (4) à la première des équations (2) : si son intensité et sa durée sont suffisantes, elle déclenchera donc une réponse du système.

Dans le cas d'une excitation brève et intense, il est même possible d'obtenir une expression analytique reliant le temps t nécessaire pour qu'une dépolarisation ΔV provoque l'excitation.

(*) Séance du 29 septembre 1952.

([1]) *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 748.

On trouve par un calcul élémentaire qui suppose y constant :

$$Kt = \varphi \operatorname{tg}\varphi, \qquad \text{avec} \quad \operatorname{tg}^2\varphi = \frac{e^{\frac{F\Delta V_0}{RT}} - 1}{e^{\frac{F\Delta V}{RT}} - e^{\frac{F\Delta V_0}{RT}}},$$

où ΔV_0 est un « seuil d'excitation », inférieur à la rhéobase.

La relation obtenue, indépendamment de K qui fixe l'échelle des temps, contient deux paramètres :

1° le seuil d'excitation ΔV_0 en volts;

2° la valeur de ce même seuil dans les unités employées par l'expérimentateur pour mesurer l'excitation.

L'ajustement de ces deux paramètres par tâtonnements permet de représenter les résultats expérimentaux avec une bonne précision dans un domaine s'étendant de zéro à deux ou trois chronaxies.

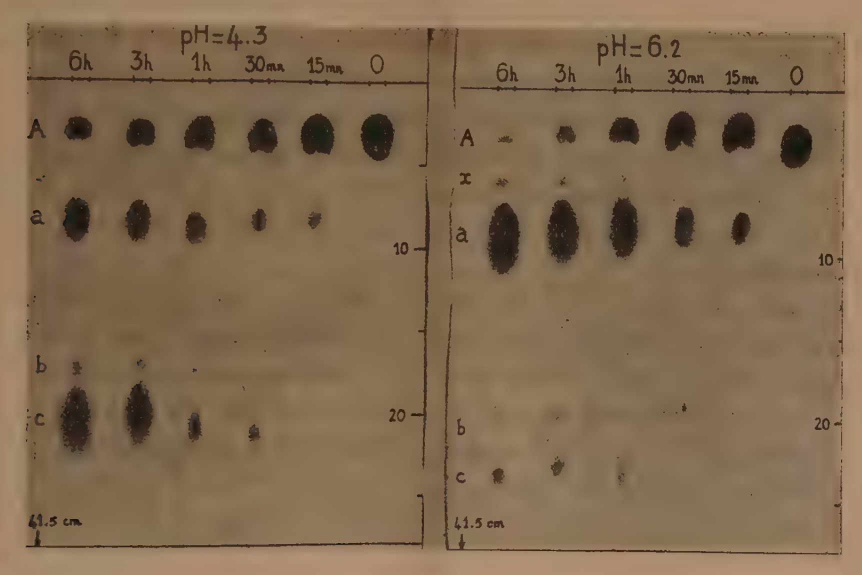
Enfin, la théorie interprète simplement la propagation de l'influx nerveux. Si l'on considère une section du nerf où l'excitation est déclenchée, on a vu que la concentration x croît, rapidement d'ailleurs. Cet accroissement de concentration provoque une migration des ions X^- de l'intérieur vers l'extérieur de la membrane, d'où une dépolarisation. L'électrolyte extérieur transmet cette dépolarisation aux régions voisines de la membrane, non encore excitées. Il en résulte une migration des ions X^- de cette région vers l'intérieur de la membrane, donc le déclenchement de l'excitation, qui se transmet ainsi de proche en proche.

Dans son état actuel, la théorie exposée paraît donc constituer une hypothèse de travail utile tant pour l'interprétation des observations physiologiques que pour l'orientation des recherches biochimiques relatives à l'excitabilité cellulaire.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'oxydation de la* L(+) *arginine par une* L-*aminoacideoxydase présente chez des Invertébrés marins* (*étapes de la réaction et produits formés*). Note de MM. **Nguyen-van Thoai**, **Jean Roche** et Mme **Yvonne Robin**, présentée par M. Maurice Javillier.

L'action des aminoacideoxydases sur de nombreux acides α-aminés, $R.CH(.NH_2).COOH$, conduit à leur déshydrogénation avec formation hypothétique d'acide α-iminé, $R.C(:NH).COOH$, corps instable s'hydrolysant spontanément avec libération d'ammoniac et de l'acide α-cétonique isologue, $R.CO.COOH$. En l'absence de catalase, l'eau oxygénée, à laquelle donne naissance l'oxydation aérobie du coenzyme réduit, dégrade l'acide cétonique; celui-ci est alors décarboxylé avec production de $R.COOH$. Or, l'enzyme des Vertébrés supérieurs est inactif sur les acides aminés basiques,

tandis que celui des tissus de multiples Invertébrés marins oxyde la L(+) arginine ([1]), comme l'ophioaminoacideoxydase des venins des serpents ([2]). Ce fait implique l'existence chez de nombreux Invertébrés d'un type de métabolisme de l'acide δ-guanido-α-aminovalérianique différent de celui des Vertébrés supérieurs, reposant sur l'hydrolyse arginasique du même corps et sur la dégradation de l'ornithine; aussi un intérêt particulier s'attachait-il à l'étude de l'oxydation enzymatique de l'arginine. Nous avons mis en évidence les étapes de ce processus et isolé certains des produits auxquels il donne naissance.



Chromatogrammes des produits prenant naissance dans l'oxydation de la L (+) arginine par un extrait d'hépatopancréas de Moule, à pH = 4,3 et 6,2 (papier Whatmann n° 1, solvant : butanol 73 %; acide acétique 10 %; eau 17 %). Temps d'action des préparations : 15 m, 30 m, 1 h, 3 h, 6 h. A désigne la tache de la L (+) arginine; *a*, *b*, *c*, *x*, les taches de ses produits d'oxydation.

Des milieux renfermant : 0,5 cm³ de mélange tampon aux phosphates de potassium 0,128 M (pH 6,2) ou acétoacétique M (pH 4,3) + 0,5 cm³ de solution de L(+) arginine à 4,0 % (pH 6,0) + 4,0 cm³ de préparation enzymatique (8 mg N protéique) obtenue à partir d'hépatopancréas de *Mytilus edulis* L. ([1]), ont été répartis en des tubes que l'on place au thermostat à 37°. On prélève successivement des prises d'essai (séjour de 4 m au bain-marie bouillant, refroidissement, filtration) que l'on soumet à l'analyse chromatographique, en utilisant la réaction de Sakaguchi pour le repérage des guanidines monosubstituées présentes ([3]). La figure reproduit un exemple des résultats obtenus.

Il a été possible de caractériser deux des corps formés (*a* et *c*) : *l'acide δ-guanido α-céto valérianique*, isolé du mélange à l'état de chlorhydrate de

---

([1]) J. Roche, Nguyen-van Thoai et P. Glahn, *Experientia*, 8, 1952 (sous presse).

([2]) E. A. Zeller, *Adv. Enzymolog.*, 8, 1948, p. 458.

([3]) J. Roche, W. Felix, Y. Robin et Nguyen-van Thoai, *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 1688.

dinitrophénylhydrazone (F 148°; C % 36,8 trouvé et 37,1 théor.; N % 24,7 trouvé et 25,3 théor.; Cl, 9,0 trouvé et 9,1 théor.) a été identifié au corps *a*; *l'acide γ-guanidobutyrique*, préparé à l'état de chlorhydrate cristallisé (F 184°; N %, 22,1 trouvé et 23,0 théor.; Cl %, 19,3 trouvé et 19,5 théor.) dans les produits de la séparation en bloc des guanidines monosubstituées à l'état de flavianates et après élimination de l'arginine (picrate), constitue le corps *c*. Les Rf de ces deux produits (22°), identiques à ceux des substances de référence obtenues par synthèse, sont 0,18 pour le premier, 0,54 pour le second ([4]). L'élution des taches réparties sur les chromatogrammes a, par ailleurs, permis de suivre la cinétique de la formation des produits d'oxydation de l'arginine au moyen de leur dosage colorimétrique, basé sur la réaction de Sakaguchi. A pH 4,3, auquel la catalase est partiellement inhibée, l'acide γ-guanidobutyrique (corps *c*) devient le plus abondant en quelques heures, tandis que l'acide δ-guanido-α-cétovalérianique (corps *a*) s'accumule à pH 6,2, auquel l'eau oxygénée formée est détruite; on n'a pu saisir qu'à ce dernier pH l'apparition du corps *x* ([4]).

Les extraits des muscles, du tractus digestif et de l'hépatopancréas (traitement à — 10° par des mélanges hydroalcooliques à 80 % d'éthanol) de nombreux Mollusques, Crustacés et Échinodermes marins étudiés au Laboratoire de Concarneau se sont montrés renfermer les acides δ-guanido-α-cétovalérianique et γ-guanido butyrique associés à de l'arginine, parfois à des taux voisins; par contre nous n'avons pu mettre en évidence les deux premiers corps chez les poissons sélaciens ou téléostéens. Il en découle que *l'oxydation de l'arginine*, dont l'étude n'avait pas été entreprise jusqu'ici, *constitue la principale voie du métabolisme de cet acide aminé dans les tissus de nombreux Invertébrés*, animaux souvent dépourvus d'arginase, alors que l'utilisation du même corps dans l'organisme des Vertébrés emprunte, au moins d'une façon préférentielle, la voie hydrolytique.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Étude quantitative des composés phosphorés acido-solubles du cristallin de mammifères jeunes et âgés.* Note de MM. **Jean Nordmann** et **Paul Mandel**, présentée par M. Maurice Javillier.

L'origine des modifications qui surviennent régulièrement au niveau du cristallin au cours du vieillissement, a suscité l'attention d'un grand nombre d'auteurs. Il nous a paru intéressant de rechercher si l'évolution du métabolisme énergétique du cristallin avec l'âge est susceptible d'expliquer ces modifications. Dans ce cadre nous avons étudié les variations quantitatives des

([4]) La tache *b*, se colorant en jaune brun au réactif de Nessler, est susceptible de correspondre à l'aldéhyde guanidobutyrique et l'on peut se demander, par ailleurs, si la tache *x* n'est pas propre à l'acide δ-guanido-α-iminovalérianique.

composés phosphorés acido-solubles dans des cristallins de sujets jeunes et âgés. On connaît en effet l'importance de la plupart de ces composés dans la glycolyse et la signification de certains, tels l'A. T. P. et le phosphagène, comportant des liaisons riches en énergie. Il n'existe sur le problème qui nous préoccupe que des données fragmentaires ([1]).

Nos essais ont porté sur des cristallins de bovidés, de lapins et de rats. Immédiatement après le sacrifice des animaux, les cristallins ont été réfrigérés et traités d'après une méthode dérivée de celle de Sacks ([2]) et de Le Page ([3]). Le glycérophosphate a été déterminé par la technique de Fleury et Courtois ([4]). Les résultats sont consignés dans le tableau.

Composés phosphorés acido-solubles du cristallin.

Valeurs exprimées en milligrammes de phosphore (P) pour 100 g de substance fraîche.

Espèce.....	Bovidé.		Lapin.		Rat.	
Age........	Jeune.	Vieux.	Trois mois.	Vieux.	Trois mois 1/2.	Dix mois.
Nombre de cristallins......	36	12	28	28	116	126
Poids moyen..............	1,059	2,531	0,304	0,578	0,039	0,055
P total..................	54,7	33,8	47,50	37,90	66,80	60,25
P PO_4..................	7,16	6,20	5,30	4,30	4,56	3,65
P phosphagène............	3,95	2,03	2,66	1,37	2,72	0,87
P labile A. T. P. + A. D. P..	10,60	6,74	13,00	8,21	15,40	10,65
P nucléotidique de l'A. T. P..	7,12	4,52	7,58	4,74	7,47	6,12
P Hexose-diphosphate......	1,12	0,91	1,32	0,59	1,17	1,28
P Glucose-6-phosphate.....	4,79	4,00	5,61	–	6,88	–
P Ac. 3-phosphoglycérique..	4,45	2,39	3,10	1,99	2,22	2,19
P Acide adénylique libre...	2,72	2,33	3,58	2,87	2,78	1,84
P glucose-1-phosphate.....	1,81	0,93	2,41	1,28	1,63	2,00
P Glycérophosphate.......	8,82	5,93	11,70	8,57	6,45	3,79
P Propanediolphosphate...	4,19	3,14	–	–	3,44	–

L'examen de ce tableau révèle à côté du phosphore minéral, de phosphagène, d'A. T. P., de glucose-6-phosphate, d'hexose-di-phosphate, d'acide 3-phosphoglycérique, d'acide glycérophosphorique, de propanediolphosphate et d'acide adénylique libre, du glucose-1-phosphate. L'acide phosphopyruvique présent à un taux très faible n'a pu être dosé systématiquement.

Il est intéressant de noter la *présence de glucose-1-phosphate* qui ne fait pas

---

([1]) Bibliographie complète sur cette question in : J. Nordmann et P. Mandel, *Ann. Ocul.*, **185**, 1952 (sous-presse).

([2]) *Journ. biol. Chem.*, **181**, 1949, p. 655.

([3]) W. W. Umbreit, R. H. Burris et J. F. Stauffer, *Minneapolis*, Burgess Publishing Co, 1949.

([4]) *Bull. Soc. chim. Fr.*, 8, 1941, p. 397.

partie du cycle catabolique partant du glucose, mais qui est le produit de l'hydrolyse phosphorylante du glycogène et participe dans les autres tissus à sa synthèse. Or, il paraît établi que le cristallin ne consomme normalement que du glucose, mais qu'il est capable de métaboliser le glycogène. [Süllmann ([5]), Weekers et Süllmann ([6])].

Le taux des divers constituants faisant partie du catabolisme des glucides est, à de rares exceptions près, nettement inférieur dans le cristallin de sujets âgés par rapport aux animaux jeunes. D'autre part, il y a tout lieu d'admettre que l'énergie fournie par l'A. T. P. intervient dans les synthèses protéiques. On conçoit dès lors qu'une réduction des disponibilités en énergie dont témoigne la diminution de certains composés phosphorés acido-solubles et en particulier de l'A. T. P. et du phosphagène, puisse être à l'origine d'un trouble dans la synthèse des protéines cristalliniennes. Cette hypothèse s'accorde avec les résultats de Frohman et Kinsey ([7]) qui ont signalé une pénétration réduite de glycocolle marqué dans la zone cristallinienne pauvre en A. T. P.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Modifications biochimiques accompagnant la sporulation de* Bacillus megatherium. Note de Mlle **Regina Tinelli**, présentée par M. Maurice Lemoigne.

Les profondes modifications qui accompagnent la sporulation des bacilles ont fait l'objet de nombreuses études cytologiques ([1]), ([2]), mais les réactions biochimiques qui se déroulent sont encore peu connues. Nous avons étudié ces réactions chez une bactérie aérobie dont on connaît assez bien la composition ([3]), ([4]) et le mécanisme de sporulation ([4]) : *Bacillus megatherium.*

Pour obtenir les spores, les bacilles sont cultivés sur milieu minéral glucosé nitraté ([5]); récoltés, centrifugés et lavés, ils sont remis en suspension dans le même milieu, mais privé de glucose ou de nitrate, à pH 6,1, puis portés à l'étuve à 31° et aérés par insufflation d'air. La sporulation se fait par carence en glucose ou en nitrate. Ces manipulations sont faites en évitant toute contamination. Les spores incluses dans les bacilles apparaissent au bout de 6 à 7 h, et après 24 h la sporulation est totale et toutes les spores sont libres.

([5]) *Arch. Augenheilk.*, 110, 1937, p. 303.
([6]) *Arch. internat. Méd. expér.*, 13, 1938, p. 483.
([7]) *Arch. Ophtal.*, 48, 1952, p. 12.

([1]) G. Knaysi, *Bact. Rev.*, 12, 1948, p. 19-77.
([2]) *Symposium, Bact. Rev.*, 16, 1952.
([3]) M. Lemoigne, *Helvetica Chim. Acta*, 29, 1946, p. 1303-1306.
([4]) J. P. Aubert, *Ann. Inst. Pasteur*, 80, 1950, p. 644-658.
([5]) N. Grelet, *Ann. Inst. Pasteur*, 81, 82, 83, 1951-1952.

Dans le tableau suivant, nous comparons la composition de 100 mg de bacilles secs à celle des spores obtenues à partir de ces 100 mg de bactéries.

Constituant.	Bacilles. (mg).	Spores formées par carence en glucose (mg).	en N (mg).	en Gl (% M.S. des spores).	en N (% M.S. des spores).
Matière sèche	100	35	57	100	100
Azote (Kjeldahl)	6,2	4,2	4,9	12	8,5
Lipide β-hydroxybutyrique [6]	28	0	0,5	0	1
Polyoside [4]	18	1,8	6,2	5	11
Cendres	10	3,8	6	11	11

On constate tout d'abord que la composition des spores est différente suivant que la sporulation est obtenue par carence en glucose ou en azote. On voit, d'autre part, une diminution très importante de la matière sèche microbienne, surtout dans le cas de sporulation par carence en glucose; elle tient à une disparition totale du lipide, à une forte disparition du polyoside, presque complète dans le cas de carence en glucose, à une diminution enfin de la matière azotée. Mais cette diminution est relativement moindre que celle des éléments ternaires, aussi la teneur en azote de la matière sèche augmente-t-elle dans les deux cas.

Plusieurs hypothèses peuvent être faites :

1° Les produits disparus se retrouvent dans le milieu.

2° Ils sont partiellement dégradés et apparaissent dans le milieu sous forme de corps réducteurs, d'acides organiques et de composés azotés.

3° Ils sont totalement métabolisés jusqu'au stade CO_2 et H_2O.

Dans le cas de sporulation par carence en glucose, la deuxième hypothèse a été vérifiée en ce qui concerne l'azote que l'on retrouve sous forme d'azote organique soluble et d'ammoniaque. Au contraire, les deux premières hypothèses sont infirmées, pour la matière carbonée, par toutes les expériences, car, lorsque la sporulation est totale, on ne retrouve dans le milieu ni polyoside, ni substances réductrices, ni lipide β-hydroxybutyrique, mais seulement des traces d'acides organiques.

Pour vérifier la troisième hypothèse, une analyse de gaz est nécessaire. Voici les résultats d'une des expériences :

Pour 100 mg de matière sèche disparue :

O_2 consommé .... 91,5 cm^3

CO_2 apparu .... 82,4 cm^3

$$\frac{CO_2}{O_2} = 0,9,$$

([6]) M. Lemoigne et N. Roukhelman, *Ann. Ferment.*, 5, 1940, p. 527.

alors que les quantités calculées d'après les produits disparus sont :

O_2 consommé........................ 81,1 cm^3
CO_2 apparu........................ 79,6 cm^3

$$\frac{CO_2}{O_2} = 0{,}98.$$

Aux erreurs d'expériences près, ces résultats confirment la troisième hypothèse.

Conclusions. — Nos résultats montrent :

1° la différence de composition des bacilles et des spores ;

2° la différence de composition des spores obtenues par deux carences différentes, ce qui souligne le rôle des facteurs externes de la sporulation;

3° le rôle de l'oxygène, déjà mentionné dans la sporulation des bacilles aérobies [7], qui est ici mis en relation avec la métabolisation complète des réserves.

PHARMACODYNAMIE. — *Démonstration chimique de l'action anti-inflammatoire de la cortisone : inhibition de la production de l'Euglobuline* I_1 *de Sandor.* Note de M. **Robert Vargues**, présentée par M. Jacques Tréfouël.

L'action anti-inflammatoire de la cortisone a été mise en évidence dans de nombreuses affections cliniques et expérimentales. Nous nous proposons de démontrer chimiquement cette propriété par les observations et expériences suivantes :

1° *L'Euglobuline* I_1 *de Sandor est le témoin chimique de l'inflammation à macrophages.* — L'Euglobuline I_1 est une globuline sérique pathologique isolée et définie par Sandor en 1951 [1]. Ce protéide n'existe qu'à l'état de traces dans les sérums normaux et n'apparaît que dans certains états morbides dans lesquels on peut mettre en évidence une réaction du système macrophagique.

En effet, l'Euglobuline I_1 a été trouvée par Sandor dans les cirrhoses hépatiques et dans les septicémies bactériennes [2]. Mais c'est surtout dans des parasitoses (paludisme et kala-azar) que nous avons retrouvé ce protéide en grande quantité : dans ces maladies, le taux d'Euglobuline I_1 atteint souvent des chiffres de l'ordre de 8 à 10 g/l de sérum [3].

---

(7) W. A. Hardwick, J. W. Foster et J. Géné, *Physiol.*, 35, 1952, p. 907-927.

(1) *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 33, 1951, p. 1483.

(2) *Ann. Inst. Pasteur*, 80, 1951, p. 287.

(3) R. Vargues et G. Fabiani, *Soc. Méd. Alger,* juin 1952 (à paraître dans *Algérie Médicale*).

Ces observations ont amené Sandor à considérer que l'augmentation du taux de ce protéide exprime l'irritation des systèmes macrophagiques puissants du foie et de la rate; cette globuline ne serait autre, pour cet auteur, que le protoplasme désagrégé des macrophages.

2° *Le paludisme du Rat blanc réalise une inflammation à macrophages.* — Il est facile de réaliser expérimentalement une inflammation de type macrophagique chez le Rat blanc par inoculation de *Plasmodium berghei* à cet animal. C'est l'hyperplasie du système réticulo-endothélial qui caractérise essentiellement ce type macrophagique de l'inflammation.

Or, au moment de la crise parasitémique, des quantités importantes d'Euglobuline I_1 apparaissent dans le sérum. Ce protéide a été retrouvé dans les sérums des 40 rats paludéens que nous avons étudiés; il existe aussi bien chez les animaux qui évoluent vers la guérison spontanée que chez les animaux dont l'infection aboutit à la mort de l'animal ([4]).

3° *La cortisone inhibe la réaction macrophagique du paludisme.* — La cortisone, injectée quotidiennement à des Rats paludéens (2 à 20 mg par animal) modifie considérablement la maladie : l'infection se prolonge au delà des limites normales, la parasitémie atteint des chiffres élevés, la mort survient fréquemment.

Anatomiquement on constate que le traitement par la cortisone empêche l'hypertrophie splénique : la rate des animaux traités est plus petite et moins lourde que celle des animaux paludéens témoins.

Ces observations faites sur le paludisme du Rat rejoignent celles effectuées par Schmidt et Squires sur les singes ([5]), par Findlay et Howard sur les souris ([6]).

Selon les premiers auteurs l'action de la cortisone serait comparable à celle de la splénectomie qui réalise l'exérèse d'une grande partie du système réticulo-endothélial.

4° *La cortisone s'oppose à l'élévation du taux de l'Euglobuline* I_1. — Chez les rats, inoculés avec *Plasmodium berghei*, et recevant de la cortisone, l'Euglobuline I_1 n'existe qu'à des taux normaux ou à peine supérieurs à la normale. Le tableau suivant illustre nos résultats.

Ces expériences soulignent donc le rapport étroit existant entre l'inflammation macrophagique et l'augmentation notable du taux de l'Euglobuline I_1, et démontrent chimiquement le rôle antiinflammatoire de la cortisone dans le paludisme expérimental du Rat blanc.

([4]) R. Vargues et G. Fabiani, *Soc. Biol. Alger*, avril 1952.

([5]) *J. Exp. Med.*, 94, 1951, p. 501.

([6]) *Nature*, 1952, p. 547.

Taux d'Euglobuline I_1 (en grammes pour 1 000 cm^3).

Rats normaux.	Rats paludéens en fin d'infection.		Rats paludéens traités par la cortisone.	
0,4	Rat S 50......	4,0	Rat 473......	0,7
0,5	» S 107......	2,3	» 475......	0,8
0,3	» S 111......	2,8	» 476......	0,5
0,5	» 309......	2,0	» 479......	0,5
	» 313......	2,0	« 486......	0,5
	» 485......	2,9	» 488......	0,6
	» 487......	5,0	» 495......	0,6
			» 496......	0,8

BIOGÉOGRAPHIE. — *Les zones d'organismes littoraux de l'Indochine et des côtes indo-pacifiques.* Note de M. **Paul-H. Fischer**, présentée par M. Louis Fage.

La faune intercotidale de la région indo-pacifique ne semble pas avoir fait l'objet d'études écologiques précises en ce qui concerne l'hypsométrie des différentes espèces et sa relation avec les niveaux cotidaux caractéristiques.

Mes recherches sur les organismes de rocher en Indochine et dans diverses localités indo-pacifiques me permettent de donner un premier aperçu de cette question.

Zone inférieure (entre les niveaux moyens de basse mer de vive-eau et de basse mer de morte-eau). — On trouve, dans cette zone, des végétations de *Turbinaria*, *Padina*, Sargasses, des récifs de Mélobésiées (associées à des Vermets), le sommet des récifs de Madréporaires et divers peuplements d'Échinodermes, de Lamellibranches (*Arca*, *Avicula*, *Vulsella*, *Spondylus*) et de Gastéropodes (*Conus*, *Cypræa*, *Ricinula*, *Turbo*, *Trochus*) qui ne dépassent guère le niveau des basses mers de morte-eau et peuvent être considérés comme marins et non comme amphibies.

Zone moyenne (entre les niveaux de basse mer de morte-eau et de haute mer de morte-eau). — Comme Algues, on ne trouve guère là que des végétations courtes (*Catenella* notamment) contenant une faune d'Amphipodes et de Mytilidés. Les Lichens encroûtants sont représentés. Il existe, à ce niveau, de gros peuplements d'animaux sessiles (Actinies, Serpuliens, Cirripèdes, Huîtres, Synascidies), notamment *Ostrea forskåli*, commune en milieu calme, que remplace latéralement, en milieu exposé, le Cirripède *Tetraclita porosa*. Avec *Ostrea forskåli* coexiste *O. spinosa* sur les côtes de la Mer de Chine. Les *Balanus* sont bien représentés. Au niveau de

mi-marée apparaissent sur roches découvertes de rares *Chthamalus* et, dans les fentes rocheuses, des *Pollicipes* et de petites *Perna*. Comme animaux vagiles, on trouve quelques Crustacés, des Amphineures (*Acanthopleura brevispinosa*) et de nombreux Gastéropodes (*Monodonta canalifera, Nerita albicilla, N. polita, Patella pentagona, Helcioniscus testudinarius, Patelloidea saccharina, Planaxis sulcatus, Cerithium morus, Drupa tuberculata, Purpura hippocastaneum, P. luteostoma, Columbella fulgurans, Mitra scutulata, Siphonaria zanda,* etc.).

Zone supérieure (au-dessus du niveau des pleines mers de morte-eau). — Cette zone comprend deux sous-zones A et B dont la première s'apparente quelque peu à la zone moyenne, tandis que la seconde présente un aspect faunique plus original. Ces deux sous-zones ont en commun l'absence presque totale d'Algues et l'abondance des *Littorina* et des *Chthamalus*.

Sous-zone A (entre les niveaux de pleine mer de morte-eau et de pleine mer de vive-eau). — A partir du niveau des pleines mers de morte-eau, le nombre des peuplements est brusquement restreint. Les végétaux ne sont plus guère représentés que par des Lichens encroûtants. Quelques animaux de la zone moyenne dépassent le niveau des pleines mers de morte-eau, mais en se raréfiant (*Ostrea forskåli, Tetraclita porosa, Helcioniscus testudinarius*), tandis que d'autres, qui avaient débuté médiocrement dans la zone moyenne, abondent, au contraire, au-dessus des pleines mers de morte-eau : tels sont, sur les rochers découverts, *Chthamalus stellatus* et *Littorina ventricosa* et, dans les fentes rocheuses, *Pollicipes mitella* et quelques *Perna*. En outre, certains peuplements débutent au niveau des pleines mers de morte-eau, tel *Nerita plicata* à Tahiti.

Sous-zone B (au-dessus du niveau moyen des pleines mers de vive-eau). — On voit, à partir de ce niveau, la suite des peuplements massifs de *Chthamalus* et de *Littorina* sur les roches découvertes et quelques *Pollicipes* et *Perna* dans les fentes rocheuses. En outre, apparaissent plusieurs peuplements nouveaux de Gastéropodes dont la limite inférieure coïncide avec le niveau moyen des pleines mers de vive-eau : ce sont des *Melampus* (*M. fasciatus*), des *Melaraphe* et surtout des *Nerita* (*N. lineata, N. costata*) et des *Tectarius* (*T. nodulosus*, etc.), qui pullulent au sommet de la zone littorale et montent parfois bien au-dessus du niveau des plus hautes mers.

Organismes se déplaçant suivant la marée. — Il convient d'ajouter aux ensembles fauniques précédents, localisés dans des zones définies, quelques peuplements d'animaux vagiles qui se déplacent avec la marée et peuvent se trouver ainsi dans presque toutes les parties exondées de la zone intercotidale.

Tels sont les Grapses, les Ligies et les Poissons amphibies (*Periophtalmus* dans les milieux calmes, *Andamia* en milieux plus exposés).

Les Poissons amphibies se trouvent généralement à peu de distance au-dessus du niveau de l'eau, quel que soit ce niveau; toutefois, certains d'entre eux peuvent être observés à plusieurs mètres au-dessus de l'eau.

A 16 h l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 h 25 m.

R. C.

ERRATA.

(*Comptes rendus* du 18 août 1952.)

Note présentée le même jour, de Mlle *Maria Théodoresco*, Sur l'application de quelques méthodes spectrographiques :

Page 473, 2e ligne, *au lieu de* si nous nous rapportons, *lire* si nous nous reportons.

(*Comptes rendus* du 15 septembre 1952.)

Note présentée le 8 septembre 1952, de MM. *Yves-René Naves* et *Pierre Ardizio*, Sur un mode inédit de cyclisation des pseudoirones (méthyl-3-pseudoionones) :

Page 580, 11e ligne, *au lieu de* 87,8, *lire* 97,8.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances d'août 1952.

Manuali di agricoltura. *Il pioppo. Norme pratiche di coltivazione,* di Giácomo Piccarolo. Roma, Ramo editoriale degli agricoltori, 1952; 1 vol. 18 cm.

Biblioteca scientifica Cartiere Burgo. Vol. III. *Il genere populus e la sua importanza nella selvicoltura,* par G. Houtzagers. Traduzione italiana dal Prof. L. Fenaroli. Casale Monferrato, 1950; 1 vol. 25,5 cm.

Rotaciones corpusculares. Ensayo de generalizacion de la hipotesis rotacional al campo de la fisica, par Santiago Rubio. Buenos-Aires, Ediciones G. Gili, 1952; 1 vol. 20 cm.

The Allegheny observatory of the University of Pittsburgh s. l. n. d.; 1 fasc. 27,5 cm.

Türkiye Maden Sulari ve Kaplicalari (*Les eaux minérales et les sources thermales de Turquie*), par Kerim Ömer Çağlar (en langue turque). Ankara, 1950; 1 vol. 28 cm.

Neutron Cross Sections. *A Compilation of the AEC Neutron Cross Section Advisory group. AECU* 2040. U. S. A. Office of technical Services, Department of Commerce, 1952; 1 vol. 43 × 28 cm.

Célébrités médicales, par Edgar Goldschmid. Extrait de *Gesnerus,* 9, 30-42. Lausanne, 1952; 1 fasc. 22,5 cm.

Über den medizinischen Aufschwung in den vierziger Jahren des 19 *Jahrhunderts mit einem Verzeichnis der Werke von Hermann Lebert* (1813-1878), von Edgar Goldschmid. Extrait de *Gesnerus* 6, 17-33, 1949; 1 fasc. 22,5 cm.

Geschichte und Literatur des Lichtwechsels der Veränderlichen Sterne, Zweite Ausgabe enthaltend die Literatur der Jahre 1916-1950, von H. Schneller. Dritten Band Orion-Vulpecula-Berlin, Akademie Verlag, 1952; 1 vol. 30,5 cm.

République française. Ministère de la Défense nationale. Direction centrale des Services de santé des armées. XIIIe *Congrès international de médecine et de pharmacie militaires.* Paris, 17-23 juin 1951. T. II. *Compte rendu général. Discussion des rapports. Communications,* publié par la Section technique du Service de santé. Paris, 1952; 1 vol. 24 cm.

Ouvrages reçus pendant les séances de septembre 1952.

Éphémérides nautiques ou Extrait de la Connaissance des temps pour l'an 1953. Ouvrage publié par le Bureau des longitudes, spécialement à l'usage des marins. Paris, Gauthier-Villars, 1952; 1 fasc. 24 cm.

Carte géologique internationale de l'Afrique. Notice explicative, par R. Furon et G. Daumain. Paris, 1952; 1 fasc. 24 cm (présenté par M. Em. de Margerie).

Mémorial des sciences physiques. Fasc. LIII. *Condensation et adsorption des molécules sur une surface en atmosphère raréfiée*, par F. MARCEL DEVIENNE. Paris, Gauthier-Villars, 1952; 1 fasc. 25 cm (présenté par M. G. Ribaud).

Les exigences en magnésium des plantes, des animaux et de l'homme, par MAURICE JAVILLIER. Extrait du *Bulletin de la Société scientifique d'hygiène alimentaire « l'Alimentation et la vie »*. Vol. XL, n°s 4, 5, 6 de 1952; 1 fasc. 24 cm.

Instituto para a alta cultura. Centro de estudos de etnologia peninsular. Porto. *L'Industrie préhistorique du Cabeço d'Amoreira* (*Muge*), par l'Abbé JEAN ROCHE. Porto, Imprensa Portuguesa, 1951; 1 vol. 23,5 cm.

Aportacion de la Universidad del Zulia al Primer Congreso Venezolano de Cirugia. Maracaïbo, Universidad del Zulia, 1951; 1 fasc. 23 cm.

Protectorat de la République française au Maroc. Direction de la production industrielle et des mines. Division des mines et de la géologie. Service géologique. *Notices et Mémoires*, n° 99. *Recherches sur le néogène et le quaternaire marins de la côte atlantique du Maroc*, par GEORGES LECOINTRE. T. I : *Stratigraphie*. T. II : *Paléontologie*. Paris, Firmin-Didot, 1952; 2 vol. 27 cm.

Enzymatic Reduction of Cystine by Coenzyme I (*DPNH*)[1,2] par WALTER J. NICKERSON et ANTONIO H. ROMANO. Extrait de *Science*, June 20, 1952. Vol. CXV, n° 2999, p. 676-678; 1 feuillet 26 cm.

Biological aspects of antibiotics, par SELMAN A. WAKSMAN. Extrait de *Frontiers in Medicine : The March of Medicine* 1950. New York, Columbia University; 1 fasc. 20,5 cm.

Streptomycin. Isolation, Properties and Utilization, par SELMAN A. WAKSMAN. Extrait de *Journal of the History of medicine and allied sciences* 1951, 3, p. 318-347; 1 fasc. 25 cm.

Concerning « Bio-dynamic Farming » and « organic gardening », par SELMAN A. WAKSMAN. Extrait de *Better Crops with Plant Food Magazine*. Washington, American Potash Institute, 1951; 1 feuillet 23 cm.

Studies on streptomyces lavendulæ, par SELMAN A. WAKSMAN, DALE HARRIS et M. LECHEVALIER. Extrait de *Journal of Bacteriology*. Vol. LXII, n° 2, August 1951; 1 fasc. 25 cm.

G 26. *Natural and Acquired Resistance of Escherichia coli to Neomycin*, par W. P. IVERSON et SELMAN A. WAKSMAN. Extrait de *Bacteriological Proceedings*, 1952; 1 feuillet 25 cm.

(*A suivre.*)